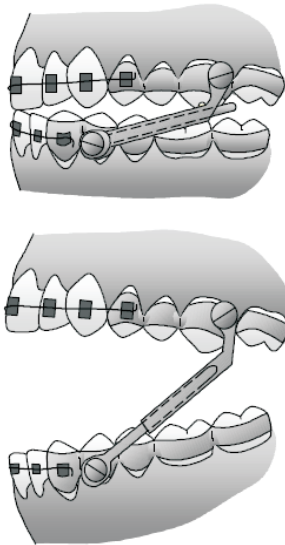


POSITIONSVERÄNDERUNGEN DER UNTERKIEFER- INCISIVI IN BEZUG AUF DIE UNTERKIEFER- VORVERLAGERUNG BEI DER SCHIENEN-HERBST/ MULTIBRACKET APPARATUR BEHANDLUNG

JULIA MARTIN



INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereiches Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen



edition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2008

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2008

© 2008 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



VVB LAUFERSWEILER VERLAG
édition scientifique

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

**Positionsveränderungen der Unterkiefer-Incisivi in
Bezug auf die Unterkiefervorverlagerung bei der
Schienen-Herbst/Multibracket Apparatur
Behandlung**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereiches Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen

Vorgelegt von Julia Martin
aus Lich

Giessen 2008

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Kieferorthopädie
Leiter: Prof. Dr. Ruf
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz
Gutachter: Prof. Dr. Dr. H.-P. Howaldt

Tag der Disputation: 16.09.2008

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Die Angle-Klasse II:1	1
1.2	Die Schienen-Herbst/Multibracket Apparatur	1
2	Ziel	5
3	Probandengut und Material.....	5
4	Methode	7
4.1	Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS).....	7
4.2	Kephalometrische Referenzpunkte	8
4.3	Kephalometrische Referenzlinien	9
4.4	Referenzkreuz	9
4.5	Messvariablen	10
4.5.1	Position der Unterkiefer-Incisivi (Abb. 3)	10
4.5.2	Sagittale Kieferrelation (Abb. 4a).....	10
4.5.3	Vertikale Kieferrelation (Abb. 4b).....	10
4.6	Skelettale Reife	13
4.7	Kieferrelation	14
5	Statistische Methode	15
6	Ergebnisse	17
6.1	Positionsveränderung der Unterkiefer-Incisivi	23
6.2	Beurteilung der sagittalen Kieferrelation	25
6.3	Beurteilung der vertikalen Kieferrelation	25
6.4	Vergleich der Messvariablen der drei Bite jumping-Gruppen untereinander.....	30
6.4.1	Vergleich der Bite jumping-Gruppen I und II	30
6.4.2	Vergleich der Bite jumping-Gruppen II und III.....	34
6.4.3	Vergleich der Bite jumping-Gruppen I und III.....	38
6.5	Individuelle Veränderungen in den Bite jumping Gruppen I, II und III.....	42
6.6	Zusammenhänge	54
7	Diskussion.....	58
8	Schlussfolgerung.....	62
9	Zusammenfassung.....	63
10	Summary	66
11	Literaturverzeichnis	69

Inhaltsverzeichnis

12 Anhang 1 – Tabellen	74
13 Anhang 2 – Manuskript für Artikel	93

1 Einleitung

1.1 Die Angle-Klasse II:1

Man unterscheidet in der Kieferorthopädie zwischen drei Bisslagen, die durch die Angle Klassifikation beschrieben werden (Angle 1913): Neutralbisslage entspricht der Angle Klasse I, Distalbisslage entspricht der Angle Klasse II und die Mesialbisslage der Angle Klasse III.

Die Klasse II ist gekennzeichnet durch eine Distalrelation des unteren Zahnbogens gegenüber dem oberen Zahnbogen. Aufgrund der Unterschiede in der Oberkieferfrontzahnstellung gibt es zwei Formen: Bei der Klasse II:1 sind die oberen Frontzähne prokliniert, wodurch der sagittale Überbiss (Overjet) vergrößert ist. Bei der Klasse II:2 sind die oberen Frontzähne retrokliniert, der Overjet ist klein und es liegt ein tiefer Biss vor. Die vorliegende Studie beschäftigt sich ausschließlich mit Patienten der Angle- Klasse II:1.

1.2 Die Schienen-Herbst/Multibracket Apparatur

Die Herbst-Apparatur gehört zu den festsitzenden funktionskieferorthopädischen Geräten und wird zur Therapie der Angle Klasse II:1 verwendet.

Die Herbst-Apparatur funktioniert nach dem Prinzip des „jumping the bite“ und kann mit einem künstlichen Gelenk zwischen Ober- und Unterkiefer verglichen werden. Durch doppelseitige Teleskope, die an orthodontischen Bändern oder gegossenen Metallschienen befestigt sind, wird der Unterkiefer in einer dauerhaften Vorschublage gehalten. Jedes Teleskop setzt sich aus einem Führungsrohr und einer Gleitstange zusammen, die frei beweglich an den ersten Oberkiefermolaren und am ersten Unterkieferprämolaren befestigt sind. Die Länge der Teleskopteile bestimmt das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung, wodurch die Herbst-Apparatur individuell für jeden Patienten angepasst werden muss. Öffnungs- und Schließbewegungen, sowie geringe Lateralbewegungen werden durch die Teleskope zugelassen (Abb.1).

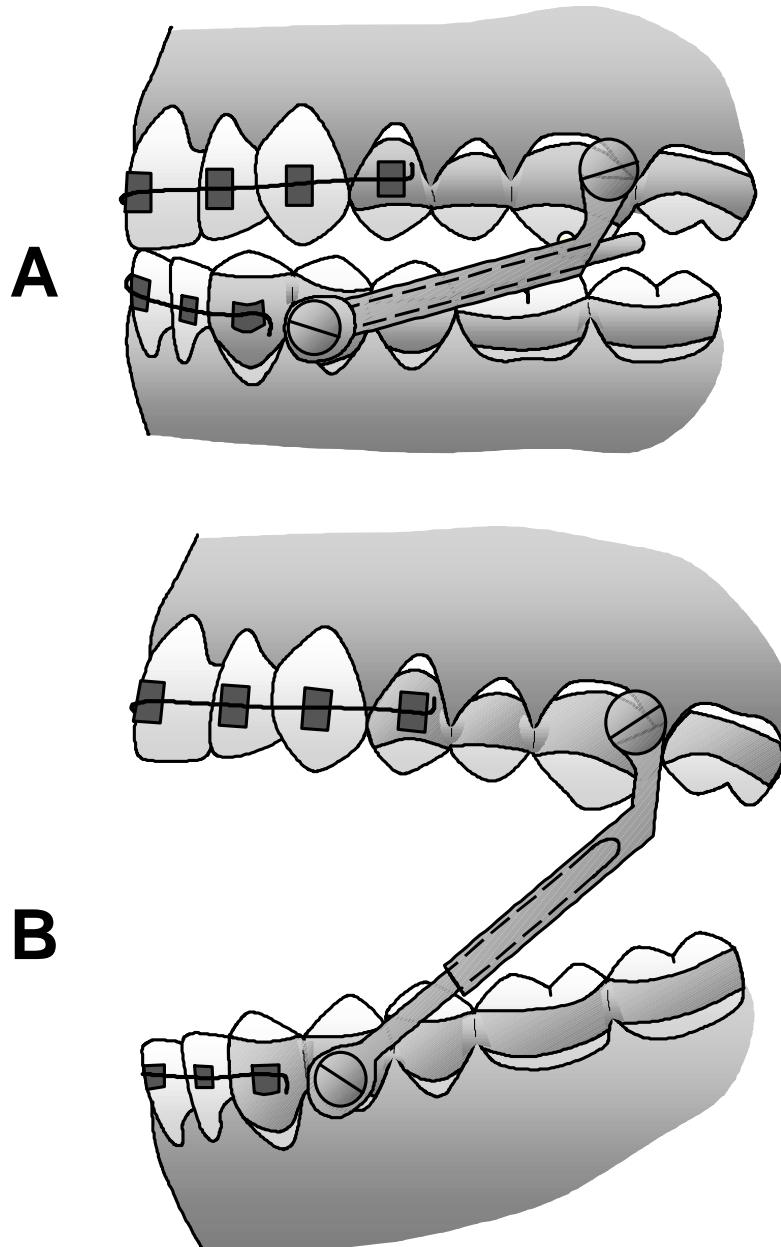


Abb. 1 Schematische Darstellung der Schienen-Herbstapparatur modifiziert nach Pancherz [1982a].

A: Beim Zusammenbeißen; **B:** Bei Mundöffnung

Erstmals wurde die Apparatur 1905 von Emil Herbst, damals „Retentionsscharnier“ oder auch „Okklusionsscharnier“ genannt, beim 5. Internationalen Zahnärztekongress in Berlin vorgestellt. Über die Erfolge mit dem Gerät berichtete Herbst 1934 in der „Zahnärztlichen Rundschau“ in drei Artikeln [Herbst 1934]. Nach dem Tode von Herbst im Jahre 1940 geriet die Apparatur in Vergessenheit, aber 1977 nahm Pancherz die Methode des „jumping the bite“ wieder auf, um zu untersuchen, ob man mit der Methode das Unterkieferwachstum bei der Distalbissbehandlung stimulieren kann [Pancherz 1979]. Dank Pancherz erlebte das Herbst-Scharnier weltweit eine Renaissance und ist heute nicht mehr aus der kieferorthopädischen Fachwelt wegzudenken. In den USA ist die Herbst-Apparatur das meist verwendete funktionskieferorthopädische Gerät geworden [Mc Namara und Brudon 2001].

In einer Serie von klinisch-experimentellen Studien zeigten Pancherz und Mitarbeiter die kurz- und langfristige Wirkungsweise der Apparatur auf die dentofazialen Strukturen und auf die Funktion des stomatognathen Systems [Pancherz 1981, 1985, 1989, 1991, 1994; Pancherz und Anehus-Pancherz 1982, 1993; Pancherz und Hansen 1986, 1988; Hägg und Pancherz 1988; Pancherz und Fackel 1990; Pancherz und Littmann 1988, 1989; Pancherz und Stickel 1989; Ruf und Pancherz 1998, 1999a, 1999b, 2000].

Klinisch wurden sowohl bei noch im Wachstum befindlichen als auch bei Erwachsenen gute Behandlungsergebnisse mit der Herbst-Apparatur nachgewiesen [Pancherz 1982a, 1985, 1989; Hansen et al. 1991; Konik et al. 1997; Ruf und Pancherz 1996, 1997, 2000, 2003, 2004, 2006].

Die Therapie mit der Herbst-Apparatur führt zur Normalisierung der sagittalen Okklusionsabweichung, bedingt durch eine Distalisierung der Oberkieferseitenzähne, eine Mesialisierung der Unterkieferseitenzähne und eine Stimulierung des sagittalen Unterkieferwachstums. Die Apparatur wirkt somit skelettal und dentoalveolär [Pancherz 1979, 1982a, 1982b; Wieslander 1984; Pancherz und Hansen 1986; Pancherz und Anehus-Pancherz 1993; Pancherz et al. 1998; Ruf & Pancherz 1996, 1998, 1999a, 1999b, 2006].

Die dentale Wirkung der Apparatur im Ober- und Unterkiefer ist Folge des sogenannten Verankerungsverlustes [Pancherz und Hansen 1988]. Dieser Verankerungsverlust führt im Frontzahnbereich des Unterkiefers zu einer unerwünschten Proklination der Incisivi. Um diesen Verankerungsverlust zu kontrollieren sind im Laufe der Jahre viele verschiedene Verankerungsarten im Unterkiefer für die Herbst-Apparatur entwickelt worden [Pancherz und Hansen 1988]:

- Bänder- Prämolaren- Verankerung
- Bänder- Prämolaren- Molaren- Verankerung
- Bänder- Pelotten Verankerungen
- Bänder- Labial- Lingual Verankerung
- Bänder- Klasse III-elastics Verankerung

Durch die Untersuchung von Pancherz und Hansen (1988) konnte gezeigt werden, dass alle Verankerungsformen die Position der Incisivi schlecht kontrollierten. Die Ursachen des relativ großen Schlechtschneidens der mehr ausgedehnten Verankerungsformen im Vergleich zu den weniger ausgedehnten Formen sind bis heute nicht bekannt. Folgende Faktoren könnten aber dabei von Interesse sein:

- Ausmaß der Unterkieferverlagerung (Bite jumping) zu Beginn der Behandlung
- Sagittale und vertikale Kieferrelation
- Alter bzw. skelettale Reife der Probanden

In der kieferorthopädischen Abteilung in Giessen wird seit 1995 eine neue Verankerungsform verwendet, die so genannte Schienenverankerung. Hier werden im Unterkiefer die Eckzähne, Prämolaren sowie die ersten unteren Molaren beidseitig mit einer gegossenen Kobalt-Chrom-Schiene gefasst und lingual über einen Bogen miteinander verbunden. Zusätzlich werden Brackets an die unteren Frontzähne geklebt und mit einem Teilbogen verbunden. Diese Verankerungsform ist bisher nur unzureichend untersucht worden.

In der heutigen Kieferorthopädie folgt generell nach Abschluss der Herbst-Behandlung eine weitere Multibracket-Behandlungsphase für die Feineinstellung der Okklusion. Deshalb spricht man heute von einer Herbst-/Multibracket-Behandlung.

2 Ziel

Das Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss der Schienen-Herbst/Multibracket-Apparatur an Patienten mit einer Klasse II:1-Dysgnathie auf die Stellung der Unterkiefer-Incisivi in Bezug auf das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) am Anfang der Behandlung zu untersuchen. Das Geschlecht, das Alter, die skelettale Reife, die sagittale und vertikale Kieferrelation der Patienten sollte hierbei mit berücksichtigt werden.

3 Probandengut und Material

Das Probandengut stammt aus der kieferorthopädischen Poliklinik des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Giessen. Untersucht wurden 133 Fälle der Angle-Klasse II:1 Dysgnathie (67 männliche und 66 weibliche Probanden). Alle Probanden wurden mit einer Schienen-Herbst Apparatur und einer anschließenden Multibracket-Apparatur behandelt. Der Behandlungszeitraum der untersuchten Probanden betrug für die Herbst-Phase zwischen 0,5-1,1 Jahre und für die nachfolgende Multibracket (MB)-Phase 0,5-2,3 Jahre.

In Bezug auf die Größe der Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) zu Beginn der Behandlung wurden die Probanden in drei Gruppen unterteilt:

- **I:** ≤ 7 mm (n = 49; 25 männliche und 24 weibliche)
- **II:** 7,5 mm bis 9,5 mm (n = 44; 16 männliche und 28 weibliche)
- **III:** $> 9,5$ mm (n = 40; 25 männliche und 15 weibliche)

Das Durchschnittsalter in der Bite jumping Gruppe I betrug $13,6 \pm 2,4$ Jahre, in der Bite jumping Gruppe II $15,4 \pm 6,7$ Jahre und in der Bite jumping Gruppe III $14,7 \pm 4,7$ Jahre (Abb.2).

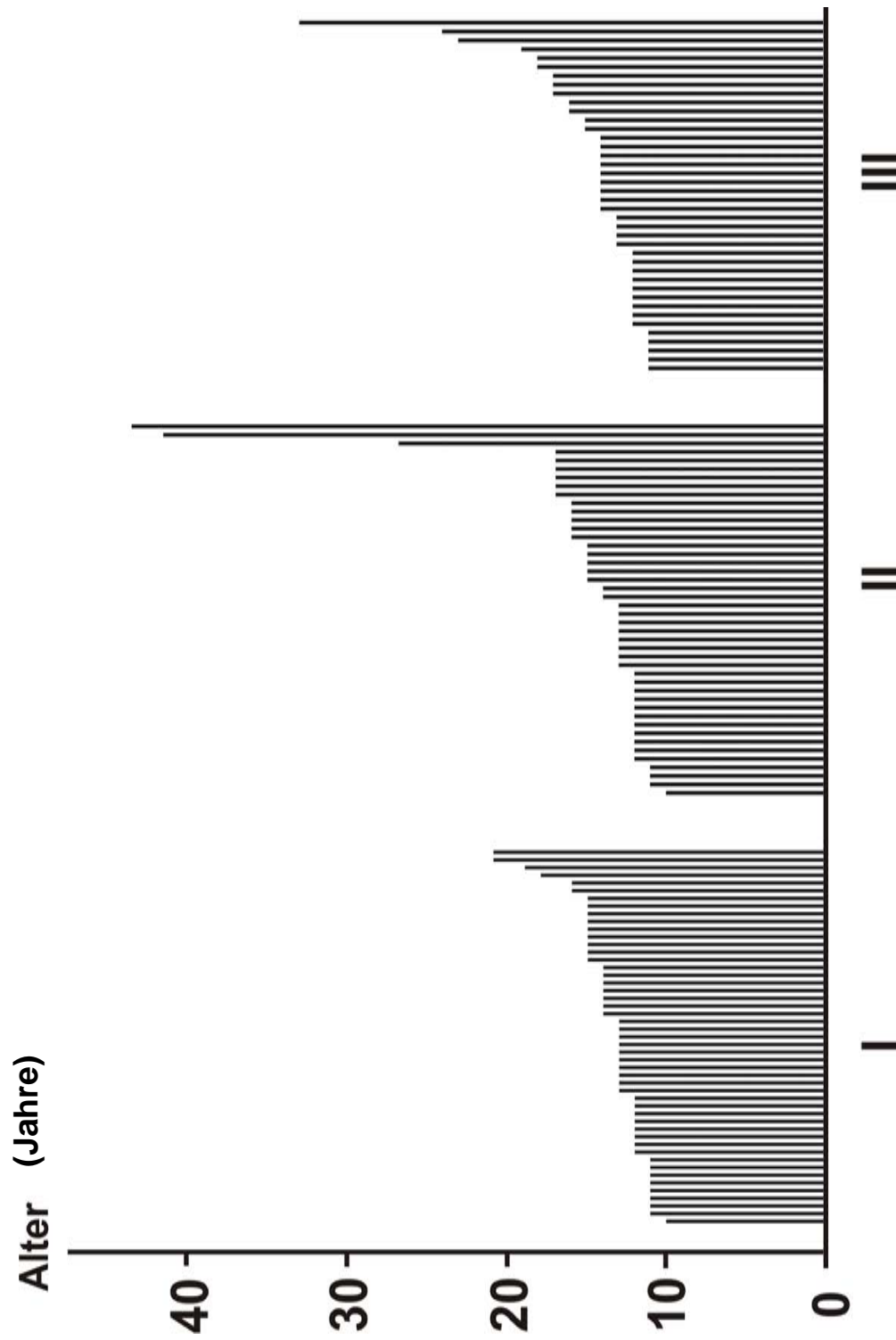


Abb. 2 Individuelle Altersverteilung (Alter in Jahren) der Probanden in den drei Bite jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40)

Da der Unterkiefer bei Behandlungsbeginn in eine Kopfbissstellung vorverlagert wird, entspricht der Overjet im Fernröntgenseitenbild (FRS) vor der Behandlung (T1) dem Ausmaß des Bite Jumping.

Von allen Probanden standen Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes in habitueller Okklusion zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten zur Verfügung:

- **T1:** vor der Herbst-Behandlung
- **T2:** nach der Herbst-Behandlung
- **T3:** nach der anschließenden Multibracket (MB) -Apparatur-Behandlung

Während folgenden Untersuchungszeiträumen wurden die röntgenkephalometrischen Veränderungen ermittelt:

- **T2 - T1:** Herbst-Behandlungsphase von durchschnittlich 7 Monaten (6-13 Monate)
- **T3 - T2:** Multibracket(MB)-Behandlungsphase von durchschnittlich 12 Monaten (6-15 Monate)
- **T3 - T1:** Gesamter Behandlungszeitraum von durchschnittlich 19 Monaten (18-30 Monate)

4 Methode

4.1 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder (FRS)

Die FRS wurden nach standardisierter Aufnahmetechnik hergestellt. Der Abstand zwischen Fokus und Film betrug 1,5 Meter und der Zentralstrahl verlief rechtwinklig zur Filmebene durch den Porus acusticus externus. Der Vergrößerungsgrad betrug durchschnittlich 7% und wurde bei der Auswertung vernachlässigt.

Zum Durchzeichnen der Fernröntgenseitenbilder wurde ein 2H Bleistift, ein Lichtkasten im abgedunkelten Raum und Acetat-Tracing-Folie verwendet. Zur

Messung von Strecken und Winkeln wurde ein Geodreieck mit Millimeter- und Gradeinteilung benutzt. Die Messgenauigkeit lag bei 0,5 mm bzw. 0,5%.

Von den jeweils einzelnen Probanden wurden die drei Röntgenbilder zum Zeitpunkt T1, T2 und T3 immer in einer Sitzung superponiert, durchgezeichnet und vermessen. Doppelkonturen wurden gemittelt. Diese Prozedur wurde ein zweites Mal in einem zeitlichen Abstand von ca. zwei Wochen wiederholt. Aus den Messungen 1 und 2 wurde dann der Mittelwert berechnet und als definitiver Messwert verwendet.

Zur Beurteilung der Behandlungsveränderungen der Stellung der Unterkiefer-Incisivi wurden die Unterkiefer der FRS überlagert (superponiert). Die Superponierung erfolgte nach der Methode von Björk und Skieller [1983]. Hierbei wurden die Röntgenbilder von T2 und T3 über das Bild von T1 mit Hilfe der Keimanlage des Weisheitszahnes vor der Wurzelbildung und folgender wachstumsstabiler knöcherner Strukturen überlagert:

- Pogonion Po
- Innere knöcherne Kontur der Symphyse
- Knöcherne Struktur des Canalis mandibularis

4.2 Kephalometrische Referenzpunkte

- **S:** Sella-Punkt
Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
- **N:** Nasion
am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis
- **A:** A-Punkt
tiefster Punkt der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
- **B:** B-Punkt
tiefster Punkt im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Unterkiefers

- **Po:** Pogonion
am weitesten nach anterior gelegener Punkt des knöchernen Kinns
- **Gn:** Gnathion
am weitesten kaudal gelegener Punkt der Symphyse der Mandibula
- **Ii:** Incision inferior
Schneidekante des am weitesten vorstehenden unteren mittleren Incisivi
- **Is:** Incision superior
Schneidekante des am weitesten vorstehenden oberen mittleren Incisivus

4.3 Kephalometrische Referenzlinien

- **NSL:** Nasion-Sella-Linie
Verbindungsline zwischen den Punkten N und S
- **ML:** Mandibular-Linie
Tangente an dem Unterrand der Mandibula , die durch den Punkt Gn geht
- **A Po:** A Po-Linie
Linie, die den Punkt A mit dem Po-Punkt verbindet
- **IL:** I L-Linie
Längsachse des am weitesten vorstehenden unteren Incisivus

4.4 Referenzkreuz

- **RL:** RL-Linie
Linie zwischen dem Punkt Ii und der distobukkalen Höckerspitze des unteren ersten Molaren.
Diese Linie, die bei Röntgenbild T1 definiert wurde, wird auf die Bilder T2 und T3 als horizontaler Teil des Referenzkreuzes nach Superponierung der Unterkiefer der FRS übertragen.

- **RLP:** Senkrechte zur Okklusionslinie
Linie, die senkrecht zur RL-Linie durch den Punkt Ii des Bildes T1 verläuft und auf die Bilder T2 und T3 als vertikaler Teil des Referenzkreuzes nach Superponierung der FRS übertragen wird.

4.5 Messvariablen

4.5.1 Position der Unterkiefer-Incisivi (Abb. 3)

- **Ii/RL-Strecke:** vertikale Zahnposition
Vertikaler Abstand zwischen dem Punkt Ii und der RL- Linie
- **Ii/RLP-Strecke:** sagittale Zahnposition
Horizontaler Abstand zwischen dem Punkt Ii und der RLP-Linie
- **IL/RL-Winkel:** Zahnneigung
Neigung des unteren Incisivus zur RL- Linie
- **Ii/APo-Strecke (Abb. 4a):** sagittale Zahnposition in Relation zu Ober- und Unterkiefer
Abstand der Schneidekante des am stärksten proklinierten mittleren Unterkiefer-Incisivus zur APo-Linie

4.5.2 Sagittale Kieferrelation (Abb. 4a)

- **ANB:** Lagebeziehung der Mandibula zur Maxilla
Winkel zwischen den Linien NA und NB

4.5.3 Vertikale Kieferrelation (Abb. 4b)

- **ML/NSL:** Mandibularbasiswinkel
Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis; Winkel zwischen den Linien ML und NSL

— T1

--- T2 oder T3

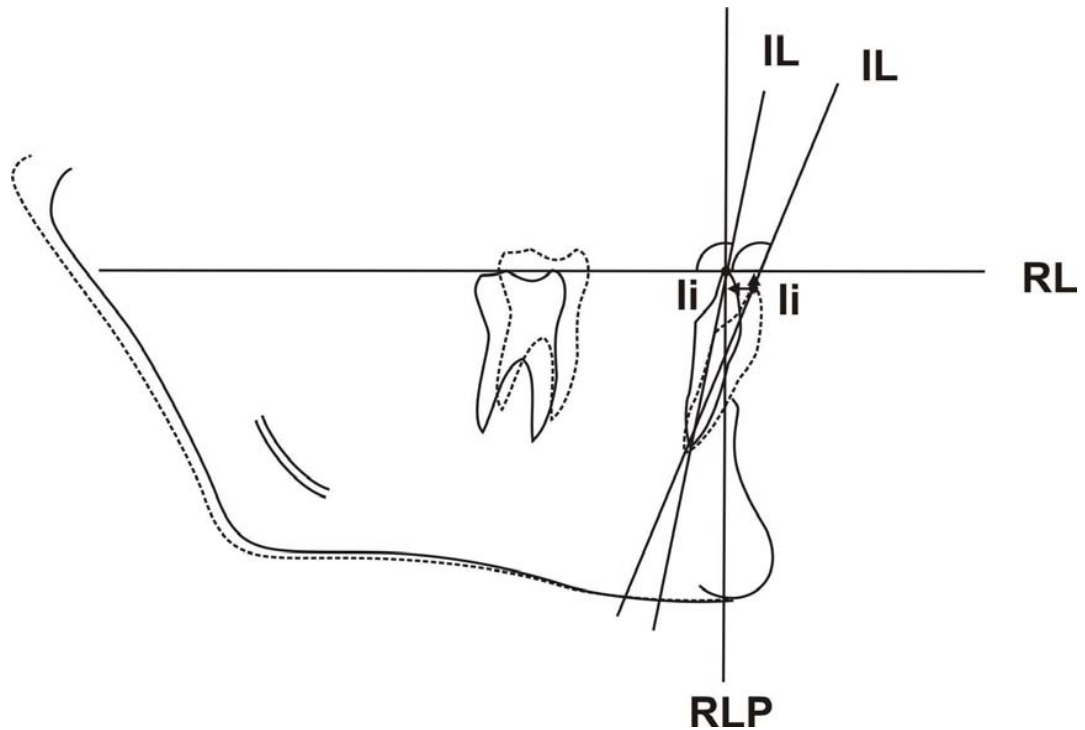


Abb. 3 Position der Unterkiefer-Incisivi: li/RL, li/RLP(mm) und IL/RL (Grad) modifiziert nach Pancherz und Hägg [1985].

T1: vor Herbst-Behandlung, T2: nach der Herbst-Behandlung, T3: nach der MB-Apparatur-Behandlung.

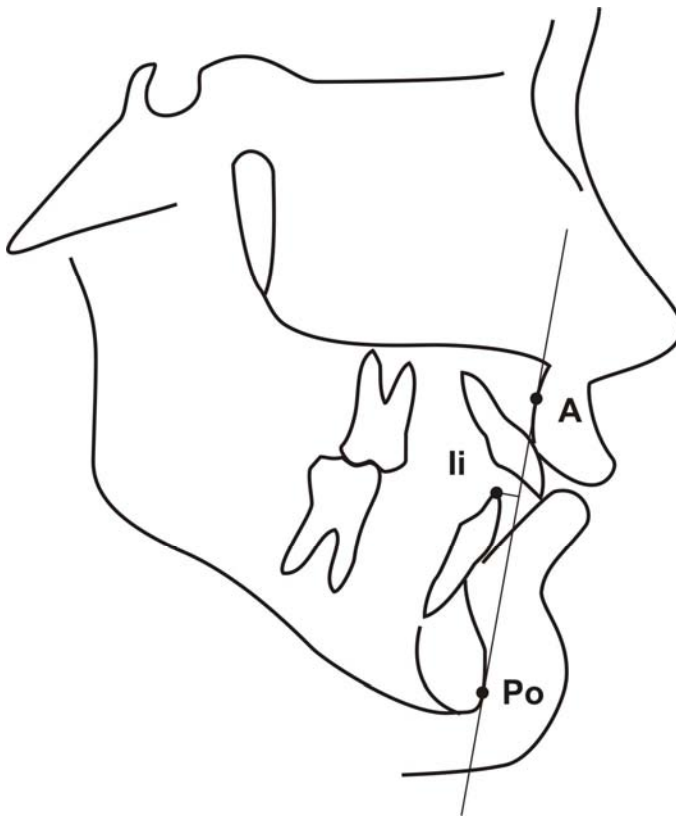


Abb. 4a Sagittale Zahnposition in Relation zu Ober- und Unterkiefer: Ii/APo

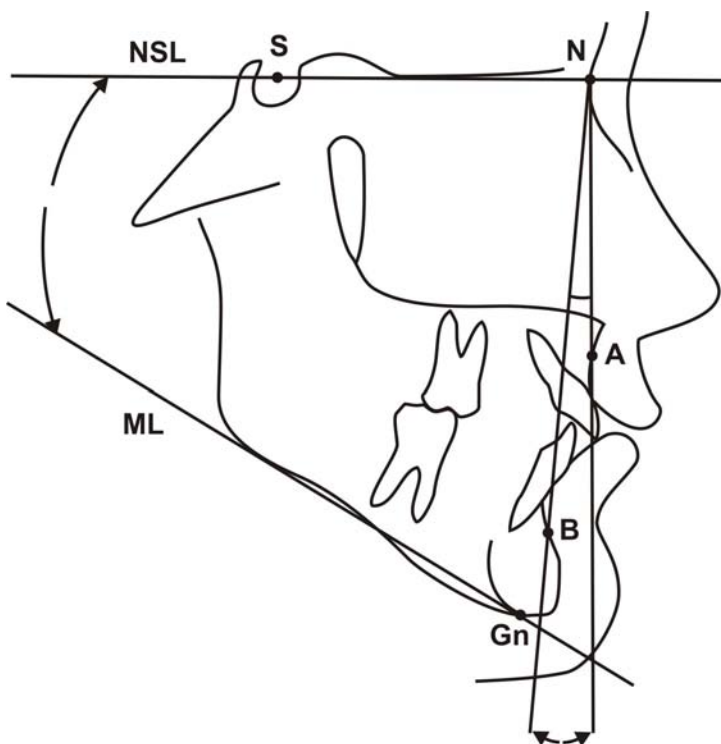


Abb. 4b Sagittale Kieferrelation: ANB. Vertikale Kieferrelation: ML/NSL

4.6 Skelettale Reife

Die skelettale Reife wurde anhand der Handknochen-Analyse nach Hägg und Taranger [1980] festgelegt. Bei einzelnen Probanden, bei denen das Handröntgenbild fehlte, wurde die skelettale Reife anhand der Halswirbelkörper im Fernröntgenseitenbild in Anlehnung an die Methode von Hassel und Farman [1995] bestimmt.

Bei der Bestimmung der skelettalen Reife mit Hilfe des Handröntgen wurde die epiphysiale-diaphysiale Entwicklung der mittleren Phalanx des dritten Fingers (MP3) und des Radiusknochens (R) beurteilt. So ergeben sich folgende Reifestadien in progressiver Reihenfolge in Bezug auf den pubertären Wachstumsgipfel (Peak) [Hägg und Pancherz 1988]:

- MP3-E und MP3-F: “Pre-Peak“
- MP3-FG und MP3-G: “Peak“
- MP3-H und MP3-I: “Post-Peak“

Für das Wachstumsende wurden folgende Reifestadien des Radius (R) in progressiver Reihenfolge festgelegt [Hägg und Pancherz 1988]:

- R-I: Beginn des Wachstumsendes
- R-II: fast am Ende des Wachstums
- R-J: das Wachstum ist abgeschlossen

Bei der Bestimmung der skelettalen Reife mit Hilfe des Halswirbelkörpers C3 im Fernröntgenseitenbild ergaben sich nach Pancherz und Szyska [2000] folgende Reifestadien in progressiver Reihenfolge in Bezug auf den pubertären Wachstumsgipfel (Peak):

- S1 und S2: “Pre-Peak“
- S3 und S4 “Peak“
- S5 und S6 “Post-Peak“ bis Ende des Wachstums

Tabelle 1. Verteilung der Reifestadien in den Bite jumping Gruppen I, II und III

Skelettale Reife	I ¹		II ²		III ³	
	n ⁴	% ⁵	n ⁴	% ⁵	n ⁴	% ⁵
Pre-Peak	14	29	7	16	10	25
Peak	20	41	19	43	17	43
Post-Peak	7	14	6	14	4	10
Wachstumsende	8	16	12	27	9	22

1 Bite jumping-Gruppe I (n = 49)

2 Bite jumping-Gruppe II (n = 44)

3 Bite jumping-Gruppe III (n = 40)

4 Anzahl der Probanden

5 Anzahl der Probanden in Prozent

4.7 Kieferrelation

Der ANB- Winkel beschreibt die sagittale Lagebeziehung der Mandibula zur Maxilla. Der Normwert des ANB- Winkels beträgt 0°-5°. Bei einem Winkelwert >5° spricht man von einer skelettalen Klasse II. Ist der Winkelwert <0°, spricht man von einer skelettalen Klasse III.

Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) beschreibt die Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis. Der Normwert des Mandibularbasiswinkels beträgt 32°. Bei einem Winkelwert unter 26° spricht man von einer hypodivergenten Gesichtsschädelmorphologie. Ist der Winkelwert über 38°, spricht man von einer hyperdivergenten Morphologie.

5 Statistische Methode

Da von der Annahme der Normalverteilung ausgegangen werden konnte, wurden zur Beschreibung der Verteilung für alle gemessenen und berechneten Variablen der Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) zu drei getrennten Zeitpunkten (T1, T2, T3) bestimmt.

Ebenfalls wurden die Veränderungen [D] der Mittelwerte (MW [D]) und der Standardabweichung (SD [D]) während der Untersuchungszeiträume (T2 - T1, T3 - T2, T3 - T1) kalkuliert.

Die Analyse der Daten erfolgte im explorativen Sinne. Daher wurde bei der Darstellung der Ergebnisse keine Einteilung in signifikant und nicht signifikant vorgenommen. Um die Schlüsse, die aus den Ergebnissen gezogen wurden auch für den Leser reproduzierbar zu machen, wurden die jeweils berechneten Wahrscheinlichkeiten p angegeben, d.h. mit Hilfe der berechneten p-Werte wurde die Evidenz der einzelnen Ergebnisse gekennzeichnet.

Mit Hilfe des Student-t-Tests für abhängige Stichproben wurde die Wahrscheinlichkeit der für das beobachtete oder extreme Ereignis, unter der Annahme, dass das Herbstscharnier bzw. die Multibracket-Behandlungsmethode keinen Einfluss auf die interessierenden Parameter hat, berechnet.

Zur Analyse der möglichen Unterschiede zwischen den untersuchten Bite jumping-Gruppen, sowie zwischen den beiden Geschlechtern erfolgte anhand des Student-t-Tests für unabhängige Stichproben. Auch hier lautete die Annahme, die zur Berechnung eines extremen Ereignisses gemacht werden muss, dass kein Unterschied bezüglich der Lage der Verteilung zwischen den Gruppen bzw. den Geschlechtern besteht.

Zusammenhänge zwischen der Größe des Bite jumping (Overjet zum Zeitpunkt T1) und

- den Veränderungen der Messvariablen
- der kraniofazialen Morphologie
- dem Alter
- der skelettalen Reife

wurde mit Hilfe des Korrelationstestes nach Spearman (r-Wert) und der unifaktoriellen Varianzanalyse berechnet.

Da die berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder extreme Ereignis unter der Annahme, dass kein Zusammenhang besteht, sehr stark vom Stichprobenumfang abhängt und somit nur sehr wenig über die Güte des Zusammenhanges aussagt, wurde zur Beschreibung der Stärke des Zusammenhanges der Korrelationskoeffizient r in 3 Klassen eingeteilt [Immich 1974].

Dabei wurde die Stärke des Zusammenhanges durch die folgende Einteilung beschrieben:

stark:	$ r > 0,80$
mäßig:	$ r 0,40-0,80$
schwach:	$ r < 0,40$

Die Erfassung der Daten erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2000 und die statistische Analyse der Daten mit SPSS für Windows Version 12.0.

6 Ergebnisse

Als erstes wurde der mögliche Einfluss des Geschlechts auf die beobachteten Strecken und Winkel und deren Veränderungen untersucht.

Bei der Überprüfung der Wertigkeit der Ergebnisse zeigte sich, dass die für die wenigen Parameter gefundenen Unterschiede zwischen dem Geschlecht männlich und weiblich klinisch keine Relevanz besaßen. Aufgrund der Vielzahl der Variablen mit wenigen kleinen p-Werten, die für diese Fragestellung untersucht wurden (multiples testen), erschien es gerechtfertigt bei der Analyse der Daten für die weitere Fragestellung den Faktor Geschlecht nicht zu berücksichtigen.

Die Messwerte der drei Bite jumping-Gruppen I (≤ 7 mm), II (7,5 mm bis 9,5 mm) und III ($> 9,5$ mm) zu den Zeitpunkten vor Herbst-Behandlung (T1), nach Herbst-Behandlung (T2) und nach der anschließenden Multibracket-Apparatur-Behandlung (T3) sind in den Tabellen 2-4 enthalten. Der Vergleich zwischen den Bite jumping-Gruppen I, II und III zum Zeitpunkt T1 ist in der Tabelle 5 dargestellt.

Die Veränderungen der Messwerte in den drei Bite jumping-Gruppen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume sind in den Tabellen 6-8 zu finden.

Der Vergleich der drei Bite jumping-Gruppen untereinander in Bezug auf die Veränderungen der Messvariablen in den drei Untersuchungszeiträumen sind in den Tabellen 9-11 dargestellt.

Zusammenhänge zwischen dem Ausmaß des Bite jumping und

- den Messvariablen
- der sagittalen und vertikalen Kieferrelation
- dem Alter
- der skelettalen Reife

sind in der Tabelle 16 dargestellt.

Die individuellen Veränderungen der Variablen Ii/RL-Strecke, Ii/RLP-Strecke, IL/RL-Winkel und die Strecke Ii/APo sind für alle Probanden in den Abbildungen 5-8

(Seiten 43, 46, 49 und 52) graphisch dargestellt und in den Tabellen 12-15 (Seiten 44, 47, 50 und 53) enthalten.

Die individuellen Messwerte sämtlicher Variablen (Ii/RL-Strecke, Ii/RLP-Strecke, IL/RL-Winkel, Ii/APo-Winkel, ANB-Winkel und den ML/NSL-Winkel sind im Anhang in den Tabellen 17-34 aufgelistet.

Tabelle 2 Messvariablen (MW, SD) der **Probandengruppe I** (n = 49) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm

Variablen	T1 ¹		T2 ²		T3 ³	
	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵
li/RL [mm]	- ^{*)}	- ^{*)}	-1.36	1.56	-0.01	1.67
lii/RLP [mm]	- ^{*)}	- ^{*)}	2.73	1.18	1.09	1.45
IL/RL [°]	119.31	4.92	126.08	6.41	123.25	5.42
lii/APo [mm]	1.21	2.16	5.39	2.36	3.23	2.13
ANB [°]	5.05	2.53	3.77	2.24	4.01	2.68
ML/NSL [°]	32.04	5.63	32.58	5.42	32.06	5.63

*) zum Zeitpunkt T1 haben die Strecken den Wert 0, da die interessierende Punkte, die die Strecken bilden die Koordinaten des Referenzkreuzes bilden

1 T1 = vor Herbst-Behandlung

2 T2 = nach Herbst-Behandlung

3 T3 = nach anschließender Multibracket-Apparatur-Behandlung

4 Mittelwert

5 Standardabweichung

Tabelle 3 Messvariablen (MW, SD) der **Probandengruppe II (n = 44)** mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm

Variablen	T1 ¹		T2 ²		T3 ³	
	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵
li/RL [mm]	- ¹⁾	- ¹⁾	-2.60	1.25	-1.43	1.97
li/RLP [mm]	- ¹⁾	- ¹⁾	3.51	1.40	1.34	1.66
IL/RL[°]	117.39	4.18	128.23	7.31	124.27	6.85
li/APo [mm]	0.59	2.42	5.55	2.23	3.05	2.14
ANB [°]	4.96	2.98	3.94	2.16	3.76	2.34
ML/NSL [°]	33.13	6.33	33.91	6.26	33.67	6.64

*) zum Zeitpunkt T1 haben die Strecken den Wert 0, da die interessierende Punkte, die die Strecken bilden die Koordinaten des Referenzkreuzes bilden

1 T1 = vor Herbst-Behandlung

2 T2 = nach Herbst-Behandlung

3 T3 = nach anschließender Multibracket-Apparatur-Behandlung

4 Mittelwert

5 Standardabweichung

Tabelle 4 Messvariablen (MW, SD) der **Probandengruppe III** (**n = 40**) mit einer Unterkieferverlängerung (Bite jumping) von >9,5 mm

Variablen	T1 ¹		T2 ²		T3 ³	
	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵	MW ⁴	SD ⁵
li/RL [mm]	- ^{*)}	- ^{*)}	-2.83	2.26	-1.87	2.52
lii/RLP [mm]	- ^{*)}	- ^{*)}	3.98	1.65	2.41	2.33
IL/RL[°]	117.10	5.26	129.16	5.74	125.84	7.17
lii/APo [mm]	-1.19	2.80	4.38	2.69	2.31	2.67
ANB [°]	6.02	2.80	4.10	2.63	4.70	2.69
ML/NSL [°]	31.68	7.30	31.94	7.74	31.34	7.73

*) zum Zeitpunkt T1 haben die Strecken den Wert 0, da die interessierende Punkte, die die Strecken bilden die Koordinaten des Referenzkreuzes bilden

1 T1 = vor Herbst-Behandlung

2 T2 = nach Herbst-Behandlung

3 T3 = nach anschließender Multibracket-Apparatur-Behandlung

4 Mittelwert

5 Standardabweichung

Tabelle 5 Vergleich der Messvariablen zwischen den **Bite jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40)** zum Zeitpunkt T1 = vor Herbst-Behandlung

Variablen	I - II ¹			I - III ²			II - III ³		
	MW (D) ⁴	t ⁵	p ⁶	MW (D) ⁴	t ⁵	p ⁶	MW (D) ⁴	t ⁵	p ⁶
li/RL [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
li/RLP[mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
li/RL [°]	1.92	2.01	0,047	2.21	2.04	0,044	0.29	0.28	0,778
li/APo [mm]	0.62	1.31	0,188.	2.40	4.56	0,000	1.78	3.12	0,002
ANB [°]	0.09	0.16	0,881	-0.97	1.71	0,089	-1.06	1.72	0,098
ML/NSL [°]	-1.09	0.87	0,382	0.36	0.23	0,793	1.45	0.97	0,333

1 Vergleich der beiden Bite jumping-Gruppen I (n = 49) und II (n = 44)
2 Vergleich der beiden Bite jumping-Gruppen I (n = 49) und III (n = 40)
3 Vergleich der beiden Bite jumping-Gruppen II (n = 44) und III (n = 40)
4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen
5 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik
6 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder für ein extremes Ereignis

6.1 Positionsveränderung der Unterkiefer-Incisivi

Ii/RL-Strecke (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Intrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,36 mm, $p = 0,000$; II: 2,60 mm, $p = 0,000$ und III: 2,83 mm, $p = 0,000$).

In der MB-Phase (T3 - T2) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Extrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,35 mm, $p = 0,000$; II: 1,16 mm, $p = 0,000$ und III: 0,96 mm, $p = 0,001$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es in der Bite jumping-Gruppe I keinen Hinweis für eine Veränderung (I: $0,01p = 0,983$) der vertikalen Position der Unterkiefer-Incisivi. In den Bite jumping-Gruppen II und III kam es zu einer Intrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 1,43 mm, $p = 0,000$; III: 1,87 mm, $p = 0,000$).

Ii/RLP-Strecke (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Protrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 2,73 mm, $p = 0,000$; II: 3,51 mm, $p = 0,000$; III: 3,98 mm, $p = 0,000$).

In der MB-Phase (T3 - T2) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Retrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,64 mm, $p = 0,000$; II: 2,16 mm, $p = 0,000$; III: 1,57 mm, $p = 0,000$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Protrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,09 mm, $p = 0,000$; II: 1,34 mm, $p = 0,000$; III: 2,41 mm, $p = 0,000$).

IL/RL-Winkel (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Proklination der Unterkiefer-Incisivi (I: 6,77 °, $p = 0,000$; II: 10,84 °, $p = 0,000$; III: 12,06 °, $p = 0,000$).

In der MB-Phase (T3 - T2) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Retroklination der Unterkiefer-Incisivi (I: 2,83 °, $p = 0,000$; II: 3,97 °, $p = 0,000$; III: 3,31 °, $p = 0,007$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Proklination der Unterkiefer-Incisivi (I: 3,94 °, $p = 0,000$; II: 6,88 °, $p = 0,000$; III: 8,74 °, $p = 0,000$).

Ii/APo (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Vergrößerung der Strecke Ii/APo (I: 4,18 mm, $p = 0,000$; II: 4,96 mm, $p = 0,000$; III: 5,58 mm, $p = 0,000$).

In der MB-Phase (T3 - T2) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Verkleinerung der Strecke Ii/APo (I: 2,16 mm, $p = 0,000$; II: 2,49 mm, $p = 0,000$; III: 2,07 mm, $p = 0,000$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Vergrößerung der Strecke Ii/APo (I: 2,02 mm, $p = 0,000$; II: 2,47 mm, $p = 0,000$; III: 3,51 mm, $p = 0,000$).

6.2 Beurteilung der sagittalen Kieferrelation

ANB (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels (I: 1,28 °, $p = 0,000$; II: 1,02 °, $p = 0,003$; III: 1,92 °, $p = 0,000$).

In der MB-Phase (T3 - T2) fand sich in den Bite jumping-Gruppen I und II kein Hinweis auf eine (I: 0,23 °, $p = 0,414$; II: 0,18 °, $p = 0,603$) Veränderung des ANB-Winkels, in der Gruppe III gab es einen Hinweis auf eine Vergrößerung des ANB-Winkels (III: 0,60 °, $p = 0,020$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es in allen Bite jumping-Gruppen zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels (I: 1,04 °, $p = 0,015$; II: 1,20 °, $p = 0,000$; III: 1,32 °, $p = 0,000$).

6.3 Beurteilung der vertikalen Kieferrelation

ML/NSL (Tabellen 6-8)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es in den Bite jumping-Gruppen I und III keinen Hinweis (I: 0,54 °, $p = 0,059$; II: 0,26 °, $p = 0,451$) auf eine Veränderung des Mandibularbasiswinkels. In der Gruppe II kam es zu einer Vergrößerung des Mandibularbasiswinkels (II: 0,79 °, $p = 0,010$).

In der MB-Phase (T3 - T2) kam es in der Bite jumping-Gruppe I zu einer Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (I: 0,52 °, $p = 0,034$), in den Gruppen II und III gab es keinen Hinweis auf eine Veränderung (II: 0,24 °, $p = 0,818$; III: 0,59 °, $p = 0,096$) des Mandibularbasiswinkels.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es in allen Bite jumping-Gruppen (I, II und III) keinen Hinweis auf eine Veränderung (I: 0,02 °, $p = 0,945$; II: 0,55 °, $p = 0,135$ und III: 0,33, $p = 0,460$) des Mandibularbasiswinkels.

Tabelle 6 Veränderungen (D) der Messvariablen (MW, SD) der **Probandengruppe I** (n = 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm

Variablen	T2 - T1 ¹				T3 - T2 ²				T3 - T1 ³			
	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷
Ii/RL [mm]	-1.36	1.56	-6.11	0,000	1.35	1.50	6.30	0,000	-0.01	1.67	-0.02	0,983
Ii/RLP [mm]	2.73	1.18	16.23	0,000	-1.64	1.45	-7.93	0,000	1.09	1.45	5.27	0,000
IL/RL[°]	6.77	4.94	9.59	0,000	-2.83	4.83	-4.10	0,000	3.94	5.23	5.28	0,000
Ii/APo [mm]	4.18	1.71	17.07	0,000	-2.16	1.58	-9.55	0,000	2.02	1.73	8.17	0,000
ANB [°]	-1.28	2.23	-4.00	0,000	0.23	1.99	0.82	0,414	-1.04	2.87	-2.54	0,015
ML/NSL [°]	0.54	1.96	1.93	0,059	-0.52	1.67	-2.18	0,034	0.02	2.05	0.07	0,945

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase

3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen

5 Standardabweichung

6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik

7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass die Behandlung keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter hat

Tabelle 7 Veränderungen (D) der Messvariablen (MW/SD) der **Probandengruppe II** ($n = 44$) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm

Variablen	T2 - T1 ¹				T3 - T2 ²				T3 - T1 ³			
	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷
li/RL [mm]	-2.60	1.25	-13.78	0,000	1.16	1.50	5.14	0,000	-1.43	1.97	-4.83	0,000
li/RLP [mm]	3.51	1.40	16.58	0,000	-2.16	1.58	-9.11	0,000	1.34	1.66	5.34	0,000
IL/RL[°]	10.84	5.31	13.54	0,000	-3.97	4.70	-5.60	0,000	6.88	5.09	8.96	0,000
li/APo [mm]	4.96	2.08	15.85	0,000	-2.49	1.55	-10.66	0,000	2.47	1.86	8.80	0,000
ANB [°]	-1.02	2.16	-3.14	0,003	-0.18	2.22	-0.52	0,603	-1.20	1.97	-4.04	0,000
ML/NSL [°]	0.79	1.95	2.69	0,010	-0.24	1.92	-0.84	0,818	0.55	2.38	1.52	0,135

1 T2-T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3-T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase

3 T3-T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen

5 Standardabweichung

6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik

7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass die Behandlung keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter hat

Tabelle 8 Veränderungen (D) der Messvariablen (MW/SD) der **Probandengruppe III** (n = 40) mit einer Unterkiefervervorlagerung (Bite jumping) von >9,5 mm

Variablen	T2 - T1 ¹				T3 - T2 ²				T3 - T1 ³			
	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷
li/RL [mm]	-2.83	2.26	-7.91	0,000	0.96	1.72	3.55	0,001	-1.87	2.52	-4.68	0,000
li/RLP [mm]	3.98	1.65	15.26	0,000	-1.57	2.26	-4.39	0,000	2.41	2.33	6.55	0,000
IL/RL[°]	12.06	6.31	12.09	0,000	-3.31	7.44	-2.82	0,007	8.74	8.27	6.69	0,000
li/APo [mm]	5.58	2.42	14.56	0,000	-2.07	2.36	-5.55	0,000	3.51	2.37	9.36	0,000
ANB [°]	-1.92	1.51	-8.01	0,000	0.60	1.57	2.42	0,020	-1.32	1.69	-4.94	0,000
ML/NSL [°]	0.26	2.18	0.76	0,451	-0.59	2.21	-1.70	0,096	-0.33	2.81	-0.75	0,460

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase
2 T3 - T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase
3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum
4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen
5 Standardabweichung
6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik
7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass die Behandlung keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter hat

6.4 Vergleich der Messvariablen der drei Bite jumping-Gruppen untereinander

6.4.1 Vergleich der Bite jumping-Gruppen I und II

Positionsveränderung der Unterkiefer Incisivi (Tabelle 9)

Ii/RL-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer größeren (1,24mm; $p = 0,000$) Intrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,746$) auf einen Gruppenunterschied bezüglich der Extrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,35 mm, II: 1,16 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer größeren (1,42 mm; $p = 0,033$) Intrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

Ii/RLP-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer (0,78 mm; $p = 0,005$) Protrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,159$) auf einen Gruppenunterschied bezüglich der Retrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,64 mm; II: 2,16 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,422$) auf einen Gruppenunterschied bezüglich der Protrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,09 mm; II: 1,34 mm).

IL/RL-Winkel

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer größeren ($4,07^\circ$; $p = 0,000$) Proklination der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,520$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Retroklination der Unterkiefer-Incisivi (I: $2,83^\circ$; II: $3,97^\circ$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer größeren ($2,94^\circ$; $p = 0,049$) Proklination der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

Ii/APo

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe II zu einer größeren (0,78 mm; $p = 0,006$) Vergrößerung der Strecke Ii/APo als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,470$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung der Strecke Ii/APo (I: 2,16 mm; II: 2,49 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,064$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung der Strecke Ii/APo (I: 2,02 mm; II: 2,47).

Veränderung der sagittalen Kieferrelation (Tabelle 9)

ANB

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,839$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des ANB-Winkels (I: $1,28^\circ$; II: $1,02^\circ$).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,444$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Veränderung des ANB-Winkels (I: $0,23^\circ$ Vergrößerung; II: $0,18^\circ$ Verkleinerung).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,410$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des ANB-Winkels (I: $1,04^\circ$, II: $1,20^\circ$) zu finden.

Veränderung der vertikalen Kieferrelation (Tabelle 9)

ML/NSL

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,755$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung des Mandibularbasiswinkels (I: $0,54^\circ$; II: $0,79^\circ$).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,231$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (I: $0,52^\circ$; II: $0,24^\circ$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,547$) für einen Gruppenunterschied bezüglich des Mandibularbasiswinkels (I: $0,02^\circ$; II: $0,55^\circ$).

Tabelle 9 Vergleich der Messvariablenveränderungen der **Bite jumping-Gruppen I (n = 49)** und **II (n = 44)**

Variablen		T2 - T1 ¹				T3 - T2 ²				T3 - T1 ³			
		MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷
li/RL [mm]	Gr. I	-1.36	1.56	4.21	0,000	1.35	1.50	0.60	0,746	-0.01	1.67	3.78	0,033
	Gr. II	-2.60	1.25			1.16	1.50			-1.43	1.97		
li/RLP [mm]	Gr. I	2.73	1.18	-2.88	0,005	-1.64	1.45	1.66	0,159	1.09	1.45	-0.77	0,422
	Gr. II	3.51	1.40			-2.16	1.58			1.34	1.66		
IL/RL[°]	Gr. I	6.77	4.94	-3.84	0,000	-2.83	4.83	1.15	0,520	3.94	5.23	-2.74	0,049
	Gr. II	10.84	5.31			-3.97	4.70			6.88	5.09		
li/APo [mm]	Gr. I	4.18	1.71	-1.99	0,006	-2.16	1.58	1.03	0,470	2.02	1.73	-1.20	0,064
	Gr. II	4.96	2.08			-2.49	1.55			2.47	1.86		
ANB [°]	Gr. I	-1.28	2.23	-0.55	0,839	0.23	1.99	0.94	0,444	-1.04	2.87	0.30	0,410
	Gr. II	-1.02	2.16			-0.18	2.22			-1.20	1.97		
ML/NSL [°]	Gr. I	0.54	1.96	-0.61	0,755	-0.52	1.67	-0.74	0,231	0.02	2.05	-1.14	0,547
	Gr. II	0.79	1.95			-0.24	1.92			0.55	2.38		

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase

3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen

5 Standardabweichung

6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik

7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass der Einfluss der Behandlung in beiden Gruppen gleich ist

6.4.2 Vergleich der Bite jumping-Gruppen II und III

Positionsänderung der Unterkiefer-Incisivi (Tabelle 10)

Ii/RL-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,197$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Intrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 2,60 mm; III: 2,83 mm).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,667$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Extrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 1,16 mm; III: 0,96 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,069$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Intrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 1,43 mm; III: 1,87 mm).

Ii/RLP-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,157$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Protrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 3,51 mm; III: 3,98 mm).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,168$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Retrusion der Unterkiefer-Incisivi (II: 2,16 mm; III: 1,57 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,07 mm; $p = 0,001$) Protrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe II.

IL/RL-Winkel

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,308$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Proklination der Unterkiefer-Incisivi (II: 10,84 °; III: 12,06 °).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,645$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Retroklination der Unterkiefer-Incisivi (II: 3,97 °; III: 3,31 °).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,056$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Proklination der Unterkiefer-Incisivi (II: 6,88 °; III: 8,74 °).

Ii/APo

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,067$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung der Strecke Ii/APo (II: 4,96 mm; III: 5,58 mm).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,910$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung der Strecke Ii/APo (II: 2,49 mm; III: 2,07 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,04 mm; $p = 0,812$) Vergrößerung der Strecke Ii/APo als bei der Gruppe II.

Veränderung der sagittalen Kieferrelation (Tabelle 10)

ANB

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren ($0,9^\circ$; $p = 0,043$) Verkleinerung des ANB-Winkels als bei der Gruppe II.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,068$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Veränderung des ANB-Winkels (II: $0,18^\circ$ Verkleinerung, III: $0,60^\circ$ Vergrößerung).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,812$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des ANB-Winkels (II: $1,20^\circ$, III: $1,32^\circ$).

Veränderung der vertikalen Kieferrelation (Tabelle 10)

ML/NSL

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,583$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung des Mandibularbasiswinkels (II: $0,79^\circ$; III: $0,26^\circ$).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,552$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (II: $0,24^\circ$; III: $0,59^\circ$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,398$) für einen Gruppenunterschied bezüglich des Mandibularbasiswinkels (II: $0,55^\circ$ Vergrößerung; III: $0,33^\circ$ Verkleinerung).

Tabelle 10 Vergleich der Messvariablenveränderungen der **Bite jumping-Gruppen II (n = 44) und III (n = 40)**

Variablen	T2 - T1				T3 - T2 ²				T3 - T1 ³				
	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶	p ⁷	
li/RL [mm]	Gr. II	-2.60	1.25	0.60	0,197	1.16	1.50	0.58	0,667	-1.43	1.97	0.89	0,069
	Gr. III	-2.83	2.26			0.96	1.72			-1.87	2.52		
li/RLP [mm]	Gr. II	3.51	1.40	-1.43	0,157	-2.16	1.58	-1.41	0,168	1.34	1.66	-2.44	0,001
	Gr. III	3.98	1.65			-1.57	2.26			2.41	2.33		
IL/RL[°]	Gr. II	10.84	5.31	-0.96	0,308	-3.97	4.70	-0.49	0,645	6.88	5.09	-1.26	0,056
	Gr. III	12.06	6.31			-3.31	7.44			8.74	8.27		
li/APo [mm]	Gr. II	4.96	2.08	-1.25	0,067	-2.49	1.55	-0.99	0,910	2.47	1.86	-2.25	0,005
	Gr. III	5.58	2.42			-2.07	2.36			3.51	2.37		
ANB [°]	Gr. II	-1.02	2.16	2.18	0,043	-0.18	2.22	-1.83	0,068	-1.20	1.97	0.30	0,812
	Gr. III	-1.92	1.51			0.60	1.57			-1.32	1.69		
ML/NSL [°]	Gr. II	0.79	1.95	1.17	0,583	-0.24	1.92	0.78	0,552	0.55	2.38	1.55	0,398
	Gr. III	0.26	2.18			-0.59	2.21			-0.33	2.81		

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase

3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen

5 Standardabweichung

6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik

7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass der Einfluss der Behandlung in beiden Gruppen gleich ist

6.4.3 Vergleich der Bite jumping-Gruppen I und III

Positionsänderung der Unterkiefer-Incisivi (Tabelle 11)

Ii/RL-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Gruppe III zu einer größeren (1,47 mm; $p = 0,000$) Intrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,919$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Extrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,35 mm; III: 0,96 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,86 mm; $p = 0,000$) Intrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

Ii/RLP-Strecke

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,25 mm; $p = 0,000$) Protrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,485$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Retrusion der Unterkiefer-Incisivi (I: 1,64 mm; III: 1,57 mm).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,32 mm; $p = 0,000$) Protrusion der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

IL/RL-Winkel

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (5,29 °; $p = 0,000$) Proklination der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,068$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Retroklination der Unterkiefer-Incisivi (I: 2,83 °; III: 3,31 °).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (4,80 °; $p = 0,000$) Proklination der Unterkiefer-Incisivi als bei der Gruppe I.

Ii/APo

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,40 mm; $p = 0,000$) Vergrößerung der Strecke Ii/APo als bei der Gruppe I.

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,449$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung der Strecke Ii/APo (I: 2,16 °; III: 2,07 °).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) kam es bei der Bite jumping-Gruppe III zu einer größeren (1,49 mm; $p = 0,000$) Vergrößerung der Strecke Ii/APo.

Veränderung der sagittalen Kieferrelation (Tabelle 11)

ANB

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,699$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des ANB-Winkels (I: $1,28^\circ$; III: $1,92^\circ$).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,796$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung des ANB-Winkels (I: $0,23^\circ$; III: $0,60^\circ$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,318$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des ANB-Winkels (I: $1,04^\circ$; III: $1,32^\circ$).

Veränderung der vertikalen Kieferrelation (Tabelle 11)

ML/NSL

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,767$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Vergrößerung des Mandibularbasiswinkels (I: $0,54^\circ$; III: $0,26^\circ$).

In der MB-Phase (T3 - T2) gab es keinen Hinweis ($p = 0,730$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (I: $0,52^\circ$; III: $0,59^\circ$).

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) gab es keinen Hinweis ($p = 0,131$) für einen Gruppenunterschied bezüglich der Veränderung des Mandibularbasiswinkels (I: $0,02^\circ$ Vergrößerung; III: $0,33^\circ$ Verkleinerung).

Tabelle 11 Vergleich der Messvariablenveränderungen der **Bite jumping-Gruppen I (n = 49) und III (n = 40)**

Variablen	T2 - T1 ¹			T3 - T2 ²			T3 - T1 ³		
	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶ p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶ p ⁷	MW (D) ⁴	SD ⁵	t ⁶ p ⁷
ii/RL [mm]									
Gr. I	-1.36	1.56	3.63 0,000	1.35	1.50	1.14 0,919	-0.01	1.67	4.17 0,000
Gr. III	-2.83	2.26		0.96	1.72		-1.87	2.52	
ii/RLP [mm]									
Gr. I	2.73	1.18	-4.15 0,000	-1.64	1.45	-0.19 0,485	1.09	1.45	-3.27 0,000
Gr. III	3.98	1.65		-1.57	2.26		2.41	2.33	
IL/RL [°]									
Gr. I	6.77	4.94	-4.44 0,000	-2.83	4.83	0.37 0,068	3.94	5.23	-3.34 0,000
Gr. III	12.06	6.31		-3.31	7.44		8.74	8.27	
ii/APo [mm]									
Gr. I	4.18	1.71	-3.18 0,000	-2.16	1.58	-0.21 0,449	2.02	1.73	-3.42 0,000
Gr. III	5.58	2.42		-2.07	2.36		3.51	2.37	
ANB [°]									
Gr. I	-1.28	2.23	1.55 0,699	0.23	1.99	-0.94 0,796	-1.04	2.87	0.54 0,318
Gr. III	-1.92	1.51		0.60	1.57		-1.32	1.69	
ML/NSL [°]									
Gr. I	0.54	1.96	0.63 0,767	-0.52	1.67	0.18 0,730	0.02	2.05	0.68 0,131
Gr. III	0.26	2.18		-0.59	2.21		-0.33	2.81	

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T2 = Multibracket (MB)-Behandlungsphase

3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 Mittelwert der beobachteten Veränderungen

5 Standardabweichung

6 berechneter Wert der t-verteilten Teststatistik

7 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremeres Ereignis unter der Annahme, dass der Einfluss der Behandlung in beiden Gruppen gleich ist

6.5 Individuelle Veränderungen in den Bite jumping Gruppen I, II und III

Ii/RL-Strecke (Abb. 5 und Tabelle 12)

Herbst-Behandlungsphase (T2 - T1)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 12 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 32 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 5 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 2 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 31 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 11 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 6 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 17 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 17 Probanden mehr als 3 mm.

Gesamter Behandlungszeitraum (T3 - T1)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 15 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 33 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 1 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 13 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 23 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 8 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 10 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm intrudiert, bei 20 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 10 Probanden mehr als 3 mm.

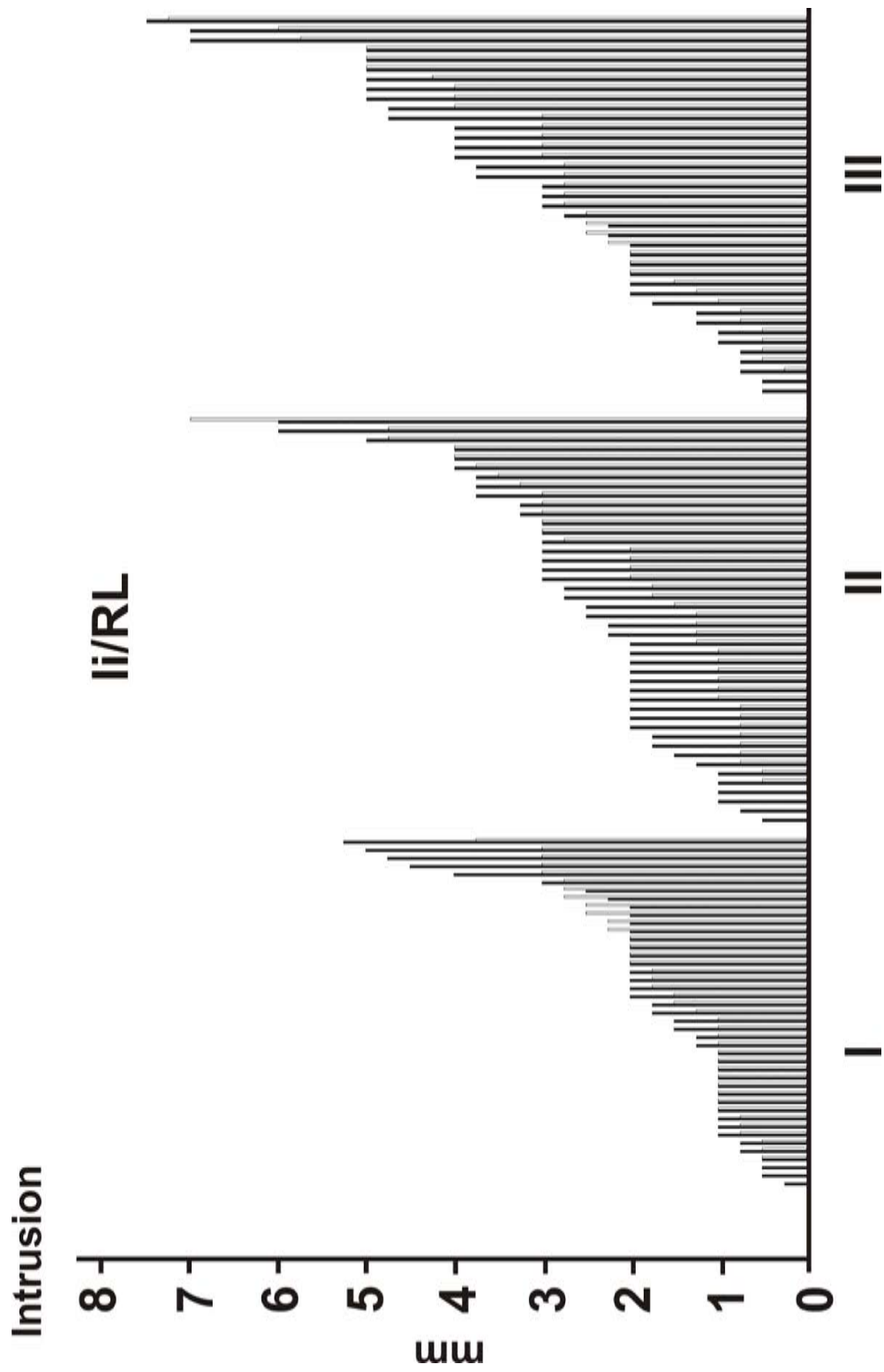


Abb. 5 Individuelle Veränderungen der Strecke Ii/RL in den Bite-Jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40) T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase (schwarze Balken), T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum (weiße Balke) Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Veränderungen in der Phase T2 - T1.

Tabelle 12 Ii/RL-Strecke: Verteilung der Probanden (Anzahl und Prozent) in den drei Bite-Jumping-Gruppen (I, II und III) in Bezug auf die Intrusion.

Ii/RL	T2 - T1 ¹						T3 - T1 ²					
	I ³		II ⁴		III ⁵		I ³		II ⁴		III ⁵	
	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷
< 1 mm	12	25	2	5	6	14	15	31	13	30	10	25
1-3 mm	32	65	31	70	17	43	33	67	23	52	20	50
> 3 mm	5	10	11	25	17	43	1	2	8	18	10	25

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

3 Bite jumping-Gruppe I (n = 49)

4 Bite jumping-Gruppe II (n = 44)

5 Bite jumping-Gruppe III (n = 40)

6 Anzahl der Probanden

7 Anzahl der Probanden in Prozent

Ii/RLP-Strecke (Abb. 6 und Tabelle 13)

Herbst-Behandlungsphase (T2 - T1)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 2 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 27 Probanden zwischen 1-3mm und bei 20 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 0 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 21 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 23 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 0 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 15 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 25 Probanden mehr als 3 mm.

Gesamter Behandlungszeitraum (T3 - T2)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 9 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 37 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 3 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 8 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 31 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 5 Probanden mehr als 3 mm.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 3 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 1 mm protrudiert, bei 20 Probanden zwischen 1-3 mm und bei 17 Probanden mehr als 3 mm.

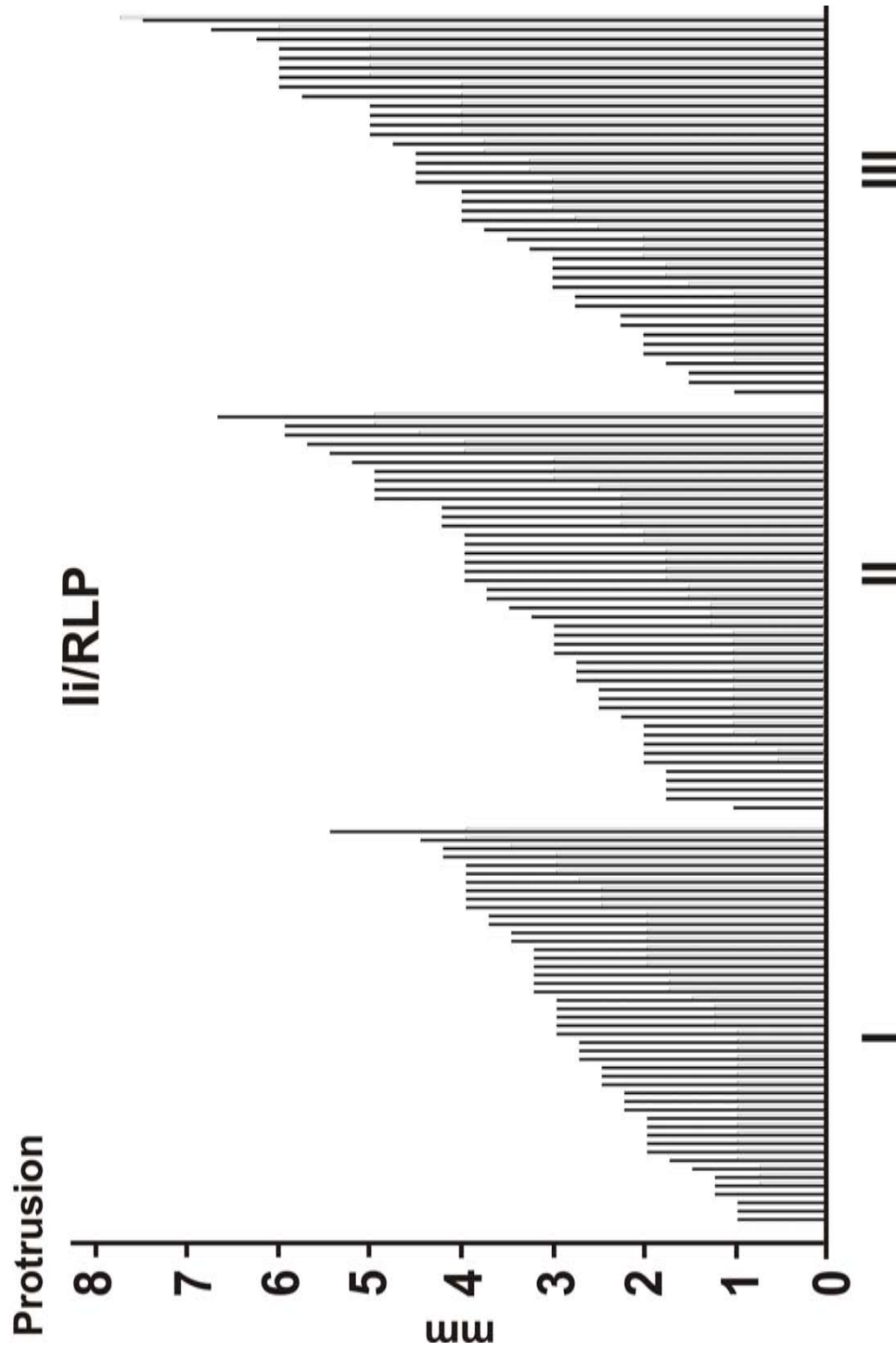


Abb. 6 Individuelle Veränderungen der Strecke Ii/RLP in den Bite-Jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40) T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase (schwarze Balken), T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum (weiße Balken) Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Veränderungen in der Phase T2 - T1.

Tabelle 13 Ii/RLP-Strecke: Verteilung der Probanden (Anzahl und Prozent) in den drei Bite-Jumping-Gruppen (I, II und III) in Bezug auf die Protrusion.

Ii/RLP	T2 - T1 ¹						T3 - T1 ²					
	I ³		II ⁴		III ⁵		I ³		II ⁴		III ⁵	
	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷
< 1 mm	2	4	0	0	0	0	9	18	8	18	3	8
1-3 mm	27	55	21	48	15	37	37	76	31	70	20	50
> 3 mm	20	41	23	52	25	63	3	6	5	12	17	42

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

3 Bite jumping-Gruppe I (n = 49)

4 Bite jumping-Gruppe II (n = 44)

5 Bite jumping-Gruppe III (n = 40)

6 Anzahl der Probanden

7 Anzahl der Probanden in Prozent

IL/RL-Winkel (Abb. 7 und Tabelle 14)

Herbst-Behandlungsphase (T2 - T1)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 17 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 24 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 8 Probanden mehr als 12 °.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 4 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 24 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 16 Probanden mehr als 12 °.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 6 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 17 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 17 Probanden mehr als 12 °.

Gesamter Behandlungszeitraum (T3 - T2)

In der Bite jumping Gruppe I wurden bei 28 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 18 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 6 Probanden mehr als 3 °.

In der Bite jumping Gruppe II wurden bei 15 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 22 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 7 Probanden mehr als 12 °.

In der Bite jumping Gruppe III wurden bei 13 Probanden die Unterkiefer-Incisivi weniger als 5 ° prokliniert, bei 16 Probanden zwischen 5-12 ° und bei 11 Probanden mehr als 12 °.

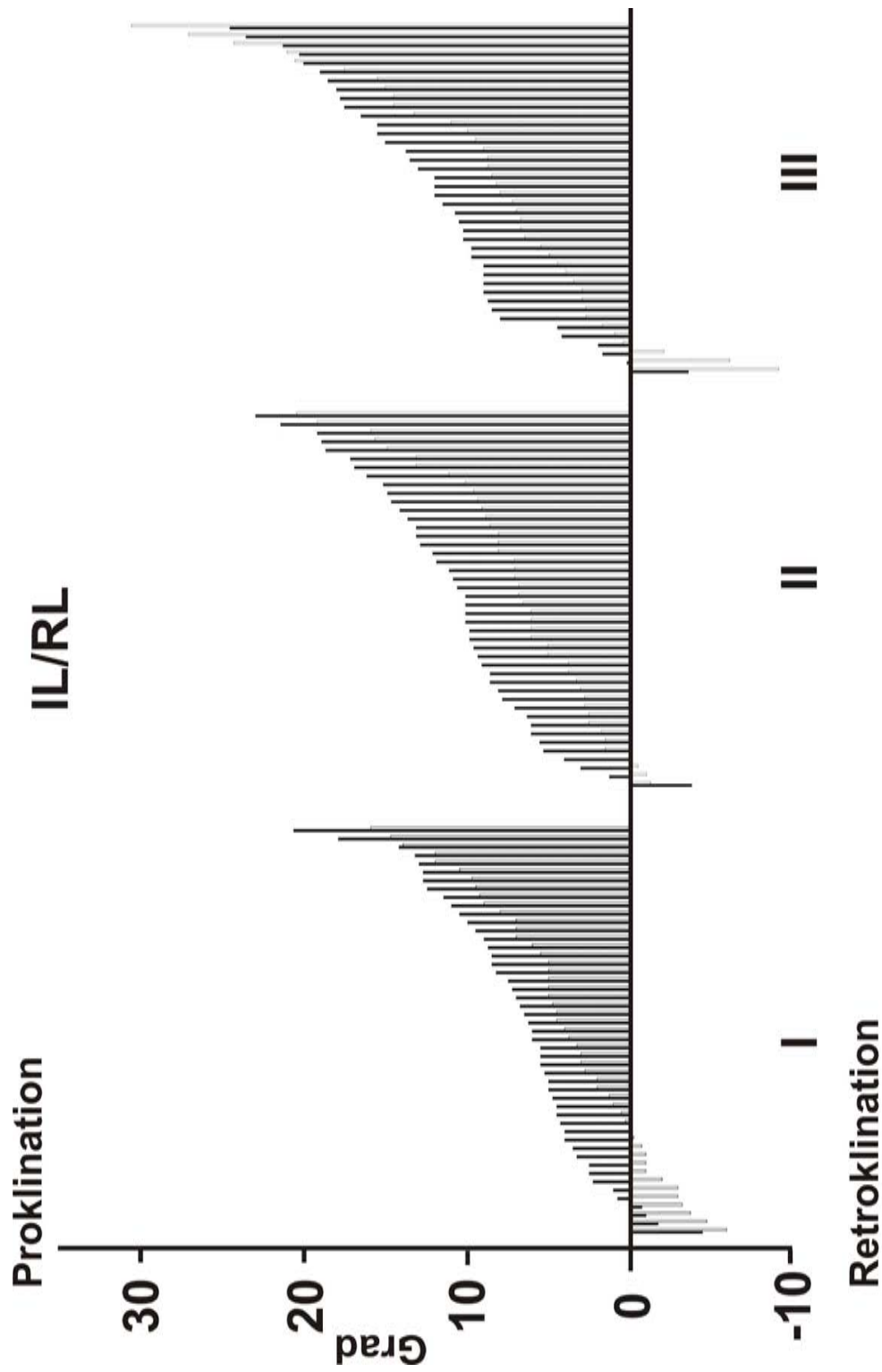


Abb. 7 Individuelle Veränderungen des Winkels IL/RL in den Bite-Jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40) T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase (schwarze Balken), T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum (weiße Balken) Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Veränderungen in der Phase T2 - T1.

Tabelle 14 IL/RL-Winkel: Verteilung der Probanden (Anzahl und Prozent) in den drei Bite-Jumping-Gruppen (I, II und III) in Bezug auf die Proklination und Retroklination.

IL/RL	T2 - T1 ¹						T3 - T1 ²					
	I ³		II ⁴		III ⁵		I ³		II ⁴		III ⁵	
	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷
< 5 °	17	35	4	9	6	14	28	57	15	34	13	32
5-12 °	24	49	24	55	17	43	18	37	22	50	16	40
> 12 °	8	16	16	36	17	43	3	6	7	16	11	28

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

3 Bite jumping-Gruppe I (n = 49)

4 Bite jumping-Gruppe II (n = 44)

5 Bite jumping-Gruppe III (n = 40)

6 Anzahl der Probanden

7 Anzahl der Probanden in Prozent

Ii/APo-Strecke (Abb. 8 und Tabelle 15)

Herbst-Behandlungsphase (T2 - T1)

In der Bite jumping Gruppe I kam es bei 10 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 29 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 10 Probanden mehr als 5 mm.

In der Bite jumping Gruppe II kam es bei 10 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 19 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 15 Probanden mehr als 5 mm.

In der Bite jumping Gruppe III kam es bei 18 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 14 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 8 Probanden mehr als 5 mm.

Gesamter Behandlungszeitraum (T3 - T2)

In der Bite jumping Gruppe I kam es bei 26 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 23 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 0 Probanden mehr als 5 mm.

In der Bite jumping Gruppe II kam es bei 24 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 19 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 1 Probanden mehr als 5 mm.

In der Bite jumping Gruppe III kam es bei 27 Probanden zu einer Vergrößerung der Ii/APo Strecke um weniger als 2 mm, bei 11 Probanden zwischen 2-5 mm und bei 2 Probanden mehr als 5 mm.

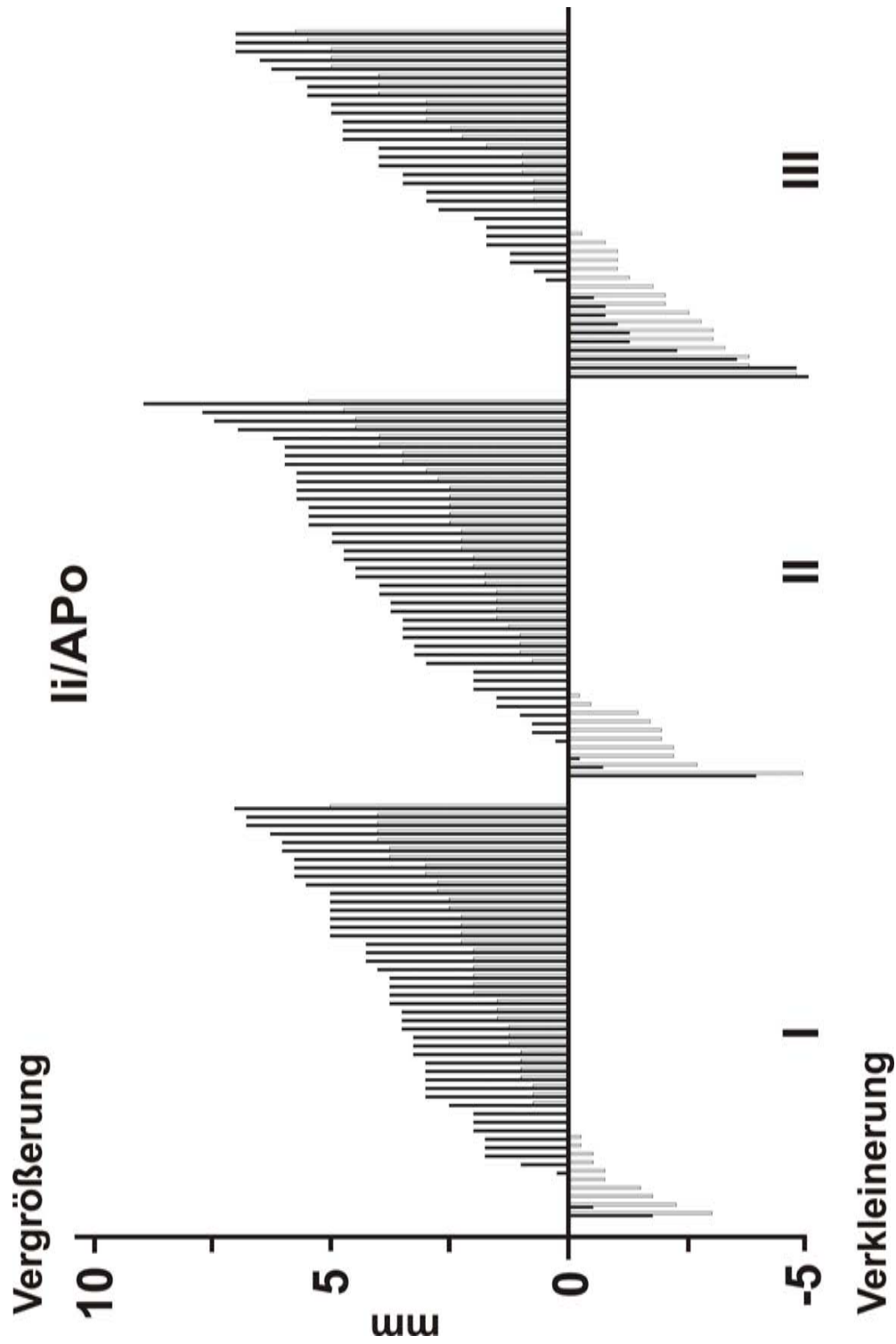


Abb. 8 Individuelle Veränderungen der Strecke Ii/APo in den Bite-Jumping-Gruppen I (n = 49), II (n = 44) und III (n = 40) T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase (schwarze Balken), T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum (weiße Balken) Aufsteigende Reihung der Probanden nach den Veränderungen in der Phase T2 - T1.

Tabelle 15 Ii/APo-Strecke: Verteilung der Probanden (Anzahl und Prozent) in den drei Bite-Jumping-Gruppen (I, II und III) in Bezug auf die Vergrößerung und Verkleinerung der Strecke Ii/APo.

Ii/A Po	T2 - T1 ¹						T3 - T1 ²					
	I ³		II ⁴		III ⁵		I ³		II ⁴		III ⁵	
	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷	n ⁶	% ⁷
< 2 mm	10	20	10	23	18	45	26	53	24	55	27	68
2-5 mm	29	60	19	43	14	35	23	47	19	43	11	28
> 5 mm	10	20	15	34	8	20	0	0	1	2	2	4

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

3 Bite jumping-Gruppe I (n = 49)

4 Bite jumping-Gruppe II (n = 44)

5 Bite jumping-Gruppe III (n = 40)

6 Anzahl der Probanden

7 Anzahl der Probanden in Prozent

6.6 Zusammenhänge

Bite jumping/ Ii/RL-Strecke (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag eine mäßige Korrelation ($r = 0,40$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Intrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = 0,02$, $p = 0,832$.) zwischen Bite jumping und der Extrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag eine schwache Korrelation ($r = 0,30$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Intrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

Bite jumping/ Ii/RLP-Strecke (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag eine mäßige Korrelation ($r = 0,40$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Protrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = 0,02$, $p = 0,816$.) zwischen Bite jumping und der Retrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag eine schwache Korrelation ($r = 0,32$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Protrusion der Unterkiefer-Incisivi vor.

Bite jumping/ IL/RL-Winkel (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag eine mäßige Korrelation ($r = 0,44$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Proklination der Unterkiefer-Incisivi vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = 0,18$, $p = 0,041$) zwischen Bite jumping und der Retroklination der Unterkiefer-Incisivi vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag eine schwache Korrelation ($r = 0,32$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Proklination der Unterkiefer-Incisivi vor.

Bite jumping/ Ii/APo-Strecke (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag eine mäßige Korrelation ($r = 0,44$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Vergrößerung der Strecke Ii/APo vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = 0,09$, $p = 0,317$) zwischen Bite jumping und der Verkleinerung der Strecke Ii/APo vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag keine Korrelation ($r = 0,42$, $p = 0,000$) zwischen Bite jumping und der Vergrößerung der Strecke Ii/APo vor.

Bite jumping/ ANB (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag keine Korrelation ($r = 0,11$, $p = 0,226$) zwischen Bite jumping und dem sich verkleinernden ANB-Winkel vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = 0,13$, $p = 0,144$) zwischen Bite jumping und dem sich vergrößernden ANB-Winkel vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag keine Korrelation ($r = 0,04$, $p = 0,615$) zwischen Bite jumping und dem sich verkleinernden ANB-Winkel vor.

Bite jumping/ ML/MSL (Tabelle 16)

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) lag keine Korrelation ($r = 0,01$, $p = 0,940$) zwischen Bite jumping und dem sich vergrößernden Mandibularbasiswinkel vor.

In der MB-Phase (T3 - T2) lag keine Korrelation ($r = -0,06$, $p = 0,485$) zwischen Bite jumping und dem sich verkleinernden Mandibularbasiswinkel vor.

Während des gesamten Behandlungszeitraumes (T3 - T1) lag keine Korrelation ($r = 0,12$, $p = 0,187$) zwischen Bite jumping und dem Mandibularbasiswinkel vor.

Bite jumping Alter und skelettale Reife (Tabelle 16)

Es lag kein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des Bite jumpings und dem Alter sowie der skelettalen Reife vor.

Tabelle 16 Zusammenhänge (r) zwischen dem Bite jumping und den Messvariablen **aller Probanden** (n = 133)

Overjet	T2-T1 ¹		T3-T2 ²		T3-T1 ³	
	r ⁴	p ⁵	r ⁴	p ⁵	r ⁴	p ⁵
Ii/RL	0.40	0,000	0.02	0,832	0.30	0,000
Ii/RLp	0.40	0,000	0.02	0,816	0.32	0,000
IL/RL	0.44	0,000	0.18	0,041	0.32	0,000
Ii/APO	0.44	0,000	0.09	0,317	0.42	0,000
ANB	0.11	0,226	0.13	0,144	-0.04	0,615
ML/NSL	0.01	0,940	-0.06	0,485	0.12	0,187

1 T2 - T1 = Herbst-Behandlungsphase

2 T3 - T2 = Multibracket(MB)-Behandlungsphase

3 T3 - T1 = gesamter Behandlungszeitraum

4 berechneter Korrelationskoeffizient

5 berechnete Wahrscheinlichkeit für das beobachtete oder ein extremes Ereignis unter der Annahme, dass es keinen Zusammenhang zwischen dem Bite jumping und den Messvariablen aller Probanden gibt

7 Diskussion

Das untersuchte Probandengut muss als sehr einheitlich beurteilt werden: (1) Die Probanden wurden alle in der kieferorthopädischen Poliklinik des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität in Giessen behandelt. (2) Es lag bei den Probanden durchgehend eine Klasse II:1 Dysgnathie vor. (3) Alle wurden gleichermaßen mit einer Schienen-Herbst Apparatur und einer anschließenden Multibracket-Apparatur therapiert. (4) Die einzelnen Behandlungszeiträume waren bei den Probanden vergleichbar lang.

In der vorliegenden Studie wurde die skelettale Reife der Probanden zu Beginn der Behandlung mit Hilfe der Entwicklung der Fingerknochen (Handröntgen) oder der Halswirbelkörper (FRS des Kopfes) beurteilt. Die Halswirbelkörperanalyse ist als sehr zuverlässig anzusehen und bietet sich in der heutigen Kieferorthopädie als geeignete Alternativmethode zur Handröntgenanalyse an [Pancherz und Szyska 2000]. Speziell deshalb, weil zur kieferorthopädischen Behandlungsplanung schon ein FRS regelmäßig vorliegt. So spart man nicht nur ein zusätzliches Röntgenbild, sondern verringert auch die Strahlenbelastung des Patienten.

Die Bestimmung der kephalometrischen Referenzpunkte ist stets mit Fehlern behaftet, die in die Messvariablen eingehen [Baumrind und Frantz 1971a, 1971b; Freisfeld 1973]. Aus diesem Grund wurden nur eindeutig bestimmbare Referenzpunkte gewählt [Savage et al. 1987; Segner und Hasund 1991]. Ebenfalls wurden die Röntgenbilder von nur ein und der gleichen Person (die Autorin dieser Arbeit) ausgewertet, um eine mögliche Interbeurteilervarianz auszuschließen [Hixon 1956; Broadway et al 1966; Hägg et al. 1998; Perillo et al. 2000].

Während der Herbst-Phase (T2 - T1) kam es zur Intrusion (Ii/RL), Protrusion (Ii/RLP) und der Proklination (IL/RL) der Unterkiefer-Incisivi. Dabei handelt es sich um dentale Veränderungen, die, wie schon erwähnt, die Folge eines Verankerungsverlustes sind: Der Teleskopmechanismus der Schienen-Herbst-Apparatur übt eine nach mesial und kaudal gerichtete Kraft auf die unteren Zähne aus [Pancherz 1979, 1981, 1982a; Pancherz und Anehus-Pancherz 1993; Pancherz und

Hägg 1985, Pancherz und Hansen 1986, 1988, Pancherz und Weschler 2005]. Frage ist, ob man durch die Verwendung von anderen Verankerungsformen diesen Verankerungsverlust, vor allem die Proklation der Incisivi, vermeiden kann. In Studien von Pancherz und Hansen [1988] sowie von Pancherz und Weschler [2005] wurde die Effizienz verschiedener Verankerungsformen im Unterkiefer bei der Herbst-Behandlung von Klasse II:1- und Klasse II:2-Dysgnathien verglichen. Ergebnis war, dass keine der untersuchten Verankerungsformen einen Verankerungsverlust verhindern konnte.

Die in dieser Studie gemessene Intrusion der Incisivi könnte eine scheinbare Intrusion sein, die durch die Proklation der Zähne entsteht. Es könnte aber auch zu einer wahren Intrusion durch die kaudal gerichtete Kraft des Teleskopmechanismus gekommen sein.

Während der MB-Behandlungsphase (T3 - T2) kam es zu einer rückläufigen Extrusion (Ii/RL), Retrusion (Ii/RLP) und Retroklation (IL/RL) der Unterkiefer-Incisivi. Dies war zu erwarten, weil bekannt ist, dass kieferorthopädisch bewegte Zähne zu rückläufigen Bewegungen nach der Behandlung neigen, d.h. rezidivieren [Björk und Skieller 1972; Litowitz 1948; Mills .1966, 1968, Pancherz und Hansen 1986]. Es muss aber erwähnt werden, dass die rückläufigen Zahnbewegungen zum Teil auch durch die MB-Behandlung beabsichtigt waren, um die Zähne ideal zu positionieren.

Da die Probanden zu Beginn der Behandlung verschieden alt und unterschiedliche skelettale Reifestadien aufwiesen, könnte es sein, dass die unteren Incisivi von Probanden, die nach dem Wachstumsgipfel behandelt wurden, stärker proklinieren und protrudieren als die, die vor dem Wachstumsgipfel behandelt wurden [Pancherz und Hägg 1985]. Es konnte aber kein Zusammenhang zwischen dem Alter, der skelettalen Reife und der Positionsveränderung der Unterkiefer-Incisivi gefunden werden.

Betrachtet man den Bite jumping und die Positionsveränderungen der Unterkiefer-Incisivi, so konnte festgestellt werden, je größer der Bite jumping, desto größer die Intrusion, Protrusion und Proklation der Frontzähne. Ähnliches deuten die

Ergebnisse von Pancherz [1982a] und Pancherz und Hansen [1988] an. Weiterhin konnte in einer Studie von Pancherz [1982a] ein Zusammenhang zwischen der Größe des Bite jumpings und den Behandlungseffekten auf die Okklusion und das Unterkieferwachstum festgestellt werden. Ähnliches wurde auch bei der Aktivatorbehandlung ermittelt, wo der Konstruktionsbiss in der Größe variierte [Auf der Maur 1980].

Experimentell wurde die Auswirkung der Größe des Bite jumpings auf die Frontzahnstellung von Rabie et al. [2003] an Ratten untersucht. Eine Unterkiefervorverlagerung in einem einzigen Schritt mit den Incisivi in Kopfbissstellung wurde mit einer Unterkiefervorverlagerung in mehreren einzelnen, kleineren Schritten verglichen. Rabie et al. [2003] kamen zu dem Ergebnis, dass eine stufenweise Vorverlagerung zu kleineren dentalen und größeren skelettalen Effekten als eine mit einem einzigen Schritt führte. Es wurde vermutet, dass eine stufenweise Unterkiefervorverlagerung die Kräfte, die auf die unteren Incisivi wirken, reduziert. Die Ergebnisse von Rabie et al. [2003] stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen einer klinischen Studie [Du et al. 2002] an chinesischen Kindern mit einer Klasse II:1-Dysgnathien. Hier wurden die Probanden in zwei Gruppen unterteilt. Die eine Gruppe (n = 21) wurde mit einer Headgear-Herbst-Apparatur und schrittweiser Unterkiefervorverlagerung behandelt und die andere Gruppe (n = 24) mit einer konventionellen Herbst-Apparatur und maximaler Unterkiefervorverlagerung. Die Studie zeigte, dass trotz schrittweiser Unterkiefervorverlagerung es zu keiner erwartet kleineren Proklination der Unterkiefer-Incisivi kam. Dieses Ergebnis wird durch die klinische Studie von Banks et al. [2004] unterstützt. Sie fanden, dass trotz Verwendung von unterschiedlichen Bite jumping Geräten, die den Unterkiefer in einem Schritt oder mehreren Schritten vorverlagerten, die Auswirkung auf die Frontzahnstellung (Proklination) vergleichbar war.

Ein Zusammenhang zwischen der Richtung des Unterkieferwachstums und der Veränderung der Unterkiefer-Incisivi ist von Björk und Skieller [1972] in einer Longitudinalstudie beobachtet worden. Sie fanden, dass bei Probanden mit einer anterioren Rotation des Unterkiefers es zu einer kompensatorischen Proklination der unteren Frontzähne kam. Bei den Probanden handelte es sich um 9 Mädchen und 12 Jungen, die unbehandelt waren und sich in der Pubertät befanden. Bei den Probanden

wurden Metallimplantate im Unterkiefer als Bezugspunkte verwendet, mit denen die wachstumsbedingten Veränderungen im Unterkiefer besser nachgewiesen werden können als bei Messungen mit Hilfe von anatomischen Strukturen. Bei z.B. einem normalen Wachstum liegt eine anteriore Rotation der Mandibula vor und eine Apposition am unteren Kinn und eine Resorption am Unterrand des Unterkiefers im Bereich des Kieferwinkels treten auf [Björk 1963]. Diese kompensatorischen Umbauprozesse maskieren die eigentliche Rotationsrichtung des Unterkiefers und machen es schwierig, ohne Implantate die wahren Veränderungen der unteren Incisivi zu erfassen. Da der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) der Probanden dieser Studie normale Werte hatte, könnte es sein, dass überwiegend Probanden mit einem horizontalen Wachstumsmuster vorgelegen haben, bei denen durch die anteriore Rotation der Mandibula die wachstumsbedingte Proklination der unteren Incisivi die behandlungsbedingte Proklination der Zähne verstärkte, aber durch Verwendung der ML als Bezugslinie nicht genau erfasst werden konnte.

Mit Hilfe der Elektromyographie (EMG) konnte festgestellt werden [Pancherz 1980; 1985, Du und Hägg 2003], dass die EMG Aktivität vom Temporalis und vor allem vom Masseter durch die Herbst-Behandlung gesteigert wird. Weiterhin konnte im Tierexperiment gezeigt werden, dass die Muskelaktivität Auswirkungen auf die skelettale Morphologie [Nanda et al. 1967, Mc Fee und Kronman 1969, Gardner et al. 1980] und das Unterkieferwachstum [Petrovic et al. 1975, Mc Namara 1973; 1975] hat. Somit könnte es sein, dass das Ausmaß des Bite jumpings die Aktivität der Muskulatur, die über die Apparatur auf die Unterkieferfrontzähne wirkt, beeinflusst, so dass bei einer großen Unterkiefervorverlagerung der Muskeldruck auf die Unterkieferfrontzähne größer als bei einer kleinen Unterkiefervorverlagerung ist.

Die sagittale Kieferrelation wurde mit Hilfe des ANB-Winkels bestimmt. Vor der Behandlung (T1) war der ANB statistisch nicht deutlich größer in der Bite jumping Gruppe III als in Gruppe I und II. In der Herbst-Behandlungsphase (T2 - T1) verkleinerte sich der ANB mehr in Gruppe III als in Gruppe II und Gruppe I. Die größere Verkleinerung des ANB in der Gruppe III könnte damit erklärt werden, dass, wie schon erwähnt, eine Beziehung zwischen der Größe des Bite jumpings zu Beginn der Behandlung und den Behandlungseffekten auf das Unterkieferwachstum besteht

[Pancherz 1982a]. Es lag aber keine Korrelation zwischen der Veränderung des ANB und dem Bite jumping vor.

Die vertikale Kieferrelation wurde mit Hilfe des ML/NSL-Winkels bestimmt, der in allen Bite-jumping-Gruppen vergleichbar groß war und sich nicht veränderte. Dies stimmt mit anderen Herbst-Studien überein [Pancherz 1979, 1982a, 1982b; Hansen und Pancherz 1992].

Abschließend muss man sagen, dass die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen einer explorativen Untersuchung erworben wurden und dass die einzelnen Ergebnisse einer weiteren konfrimatorischen Analyse bedürfen.

8 Schlussfolgerung

Im Rahmen der hier vorliegenden explorativen Studie konnte ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Unterkieferverlagerung (Bite jumping) am Anfang der Herbst-Behandlung und der Bewegung der Unterkiefer-Incisivi während der Herbst-Behandlungsphase festgestellt werden: Je größer der Bite-jumping desto größer die Intrusion, Protrusion und Proklination der Zähne. Das Geschlecht, das Alter, die skelettale Reife und die Kieferrelation hatten dabei keine Bedeutung.

Während der MB-Behandlungsphase, die nach der Herbst-Behandlungsphase folgte, kam es in allen drei Bite jumping Gruppen zu rückläufigen Zahnbewegungen. Die Größe dieser Bewegungen war unabhängig vom Ausmaß des Bite jumpings.

9 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss der Schienen-Herbst/Multibracket-(MB) Apparatur auf die Stellung der Unterkiefer-Incisivi in Bezug auf das Ausmaß der Unterkiefervorverlagerung zu Beginn der Behandlung an Patienten mit einer Klasse II:1-Dysgnathie in einer explorativen Studie zu ermitteln. Hierbei wurden die sagittale und vertikale Kieferrelation, das Alter und die skelettale Reife der Patienten mit berücksichtigt.

Untersucht wurden 133 Angle-Klasse II:1 Dysgnathien, welche mit einer Schienen-Herbst Apparatur und anschließend mit einer MB-Apparatur behandelt wurden. Anhand der Größe der Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) zu Beginn der Behandlung wurden die Probanden in drei Gruppen (I, II und III) unterteilt:

- I: 49 Probanden mit einem Bite jumping ≤ 7 mm
- II: 44 Probanden mit einem Bite jumping von 7,5 mm bis 9,5 mm
- III: 40 Probanden mit einem Bite jumping $> 9,5$ mm

Das Durchschnittsalter war bei: I: $13,6 \pm 2,4$ Jahre, II: $15,4 \pm 6,7$ Jahre, III: $14,7 \pm 4,7$ Jahre.

Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug mit der Herbst-Apparatur 7 Monate und mit der anschließenden MB-Apparatur 12 Monate.

Die skelettale Reife der Probanden vor Beginn der Behandlung wurde anhand der Reifung der Handknochen (Handröntgen) oder der C3-Halswirbelkörper (FRS) ermittelt. Im Verhältnis zum pubertären Wachstumsgipfel wurde zwischen vier Reifestadien unterschieden: Pre-Peak, Peak, Post-Peak und das Wachstumsende. Die Verteilung der Reifestadien war in den drei Bite jumping-Gruppen vergleichbar.

Es wurden Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes in habitueller Okklusion zu drei verschiedenen Zeitpunkten ausgewertet: vor der Herbst-Behandlung (T1), nach der Herbst-Behandlung (T2) und nach der anschließenden MB-Behandlung (T3). Die

kephalometrischen Veränderungen während drei Untersuchungszeiträumen wurden festgehalten:

- T2 - T1 Herbst -Behandlungsphase
- T3 - T2 MB-Behandlungsphase
- T3 - T1 Gesamter Behandlungszeitraum

Untersucht wurden die Veränderungen der vertikalen und sagittalen Position der Unterkiefer- Incisivi.

Die sagittale und vertikale Kieferrelation wurde anhand des ANB-Winkels und des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) erfasst.

Die Studie führte zu folgenden Ergebnissen:

- Während der Herbst-Behandlungsphasen (T2 - T1) kam es bei allen drei Bite jumping-Gruppen zur ausgeprägten Intrusion, Protrusion und Proklination der Unterkiefer-Incisivi. Bei dem Vergleich der drei Bite jumping-Gruppen untereinander kam es bei Gruppe II und III zu deutlich größeren Zahnbewegungen als in Gruppe I. Zwischen Gruppe II und III lag kein Unterschied vor.

Betrachtet man die individuellen Messwerte der Probanden, war folgendes zu finden:

Eine *Intrusion* der Frontzähne von mehr als 3 mm war bei 10% der Probanden der Gruppe I, 25% der Probanden der Gruppe II und 43% der Probanden der Gruppe III zu finden.

Eine *Protrusion* der Frontzähne von mehr als 3 mm kam bei 41% der Probanden der Gruppe I, 52% der Probanden der Gruppe II und 63% der Probanden der Gruppe III vor.

Eine *Proklination* der Frontzähne von mehr als 12° kam bei 16% der Probanden der Gruppe I, 36% der Probanden der Gruppe II und 43% der Probanden der Gruppe III vor.

- Während der MB-Behandlungsphase (T3 - T2) kam es bei allen drei Bite jumping-Gruppen zu rückläufigen Bewegungen der Unterkiefer-Incisivi: Extrusion, Retrusion und Retroklination. Es war kein statistischer Unterschied zwischen den Bite jumping Gruppen zu erkennen.
- Es konnte eine mäßige Korrelation ($r = 0,40-0,44$) zwischen dem Ausmaß des Bite jumpings und der sagittalen und vertikalen Positionsveränderung der Unterkiefer-Incisivi während der Herbst-Behandlungsphase festgestellt werden.
- Es konnten keine Zusammenhänge zwischen der Größe des Bite jumpings und der Veränderung der sagittalen und vertikalen Kieferrelation sowie dem Alter oder der skelettalen Reife gefunden werden.

Schlussfolgernd konnte festgestellt werden, dass je größer der Bite jumping, desto größer die Intrusion, Protrusion und Proklination der Zähne während der Herbst-Behandlungsphase. In der nachfolgenden MB-Behandlungsphase kam es zu rückläufigen Bewegungen der unteren Incisivi. Die Größe dieser Bewegungen war unabhängig vom Ausmaß des Bite jumpings.

10 Summary

The aim of the present exploratory study was to analyse the effect of the Herbst/Multibracket (MB)-appliance on the position of the lower incisors in relation to the amount of mandibular advancement (bite jumping) at the beginning of treatment. In the evaluation, sagittal and vertical jaw relations, age and skeletal maturity of the patients were considered.

The subject material comprised 133 Class II:1 malocclusions treated by the cast splint Herbst appliance and followed by a MB-appliance. With respect to the amount of bite jumping at the beginning of treatment, the subjects were divided into three groups:

- I: 49 subjects with a bite jumping of <7 mm
- II: 44 subjects with a bite jumping of 7.5 to 9.5 mm
- III: 40 subjects with a bite jumping of >9.5 mm.

The average age of the subjects in the three bite jumping groups was: I: 13.6 ± 2.4 years of age, II: 15.4 ± 6.7 years of age and III: 14.7 ± 4.7 years of age.

The average treatment time with the Herbst appliance was 7 months and with the MB appliance 12 months.

The skeletal maturity of the subjects before treatment was assessed by the analysis of handwrist bones (hand radiographs) or by the analysis of C3 cervical vertebrae (lateral headfilms). It was differentiated between four maturity stages: Pre-Peak, Peak, Post-Peak and End of growth. The different stages were equally distributed among the three bite jumping groups.

Lateral headfilms in habitual occlusion were evaluated at three occasions: Before Herbst treatment (T1), after Herbst treatment (T2) and after MB treatment (T3). Cephalometric changes during three examination periods were considered:

- T2-T1 Herbst treatment period
- T3-T2 MB treatment period
- T3-T1 Total treatment period

Changes of the vertical and sagittal position of lower incisors were assessed. The sagittal and vertical jaw relations were recorded on the basis of the ANB-angle and the ML/NSL-angle, respectively.

The study led to following results:

- During the Herbst treatment period (T2-T1) the lower incisors were intruded, protruded and proclined in all three bite jumping groups. When comparing the bite jumping groups, significant larger tooth movements occurred in groups II and III than in group I. When comparing group II and III no statistical differences were found.

Considering individual values the following was found:

An incisor *intrusion* of more than 3mm in 10% of the group I subjects, 25% of the group II subjects and 43% of the group III subjects.

An incisor *protrusion* of more than 3mm in 41% of the group I subjects, 52% of the group II subjects and 63% of the group III subjects.

An incisor *proclination* of more than 12 degrees in 16% of the group I subjects, 36% of the group II subjects and 43% of the group III subjects.

- During the MB treatment period (T3-T2) relapsing incisor tooth movements occurred. When comparing the three bite jumping groups no statistical differences were seen.
- A moderate correlation ($r = 0.40-0.44$) could be seen between bite jumping and the sagittal and vertical position changes of the lower incisors during the Herbst treatment period.
- No correlation was found between bite jumping and the changes of sagittal and vertical jaw relations during the Herbst treatment period and Herbst/MB

treatment periods. The same was found for the age and the treatment growth period.

Conclusion: During the Herbst treatment period an association between bite jumping and movement of the lower incisors existed: the larger the bite jumping, the larger the intrusion, protrusion and proclination of teeth. During the following MB treatment period, relapsing incisor tooth movements occurred which were independent of the original amount of bite jumping.

11 Literaturverzeichnis

Angle EH. Okklusionsanomalie der Zähne. Berlin: Verlag Meuser. 1913

Auf der Maur HJ. Electromyographic recordings of the lateral pterygoid muscle in activator treatment of Class II, division 1 malocclusion cases. *Eur J Orthod* 1980; 2:161-171.

Banks P, Wright J, and O'Brien K. Incremental versus maximum bite advancement during twin-block therapy: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126:583-588.

Baumrind S and Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971a; 60:111-127.

Baumrind S and Frantz RC. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod* 1971b; 60:505-517.

Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res* 1963; 42:400-411.

Björk A and Skieller V. Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod* 1972; 62:339-383.

Björk A and Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 1983; 5:1-46.

Broadway ES, Healy MJ and Poyton HG. The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographics. *Dent Pract Dent Rec* 1966; 12:455-460.

Du X, Hägg U, and Rabie ABM. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. *Eur J Orthod* 2002; 24:167-174.

Du X and Hägg U. Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. *Angle Orthod* 2003; 73:525-531.

Freisfeld M. Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. *Fortschr Kieferorthop* 1973; 34: 296-306

Gardner DE, Luschei ES, and Joondeph DR. Alterations in the facial skeleton of the guinea pig following a lesion of the trigeminal motor nucleus. *Am J Orthod* 1980; 78:66-80.

Hägg U, Cooke MS, Chan TC, Tng TT and Lau PY. The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. *Aust Orthod J* 1998; 15:177-185.

Hägg U and Pancherz H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with Class II

division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988; 10:169-176.

Hägg U and Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38:187-200.

Hansen K and Pancherz H. Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1992; 14:285-295.

Hansen K, Pancherz H and Hägg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1991; 13:471-481.

Hassel B and Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107:58-66.

Herbst E. Dreißigjährige Erfahrung mit dem Retentions-Scharnier. *Zahnärzt Rundschau* 1934; 43:1515-1524, 1563-1568, 1611-1616.

Hixon EH. The normconcept and cephalometrics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1956; 42:898-906.

Immich H. Medizinische Statistik. Eine Einführungsvorlesung. Stuttgart: Schattauer 1974; 433

Konik M, Pancherz H and Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997; 112:87-91.

Litowitz R. A study of movements of certain teeth during and following orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1948; 18:113-132.

Mc Fee CE and Kronman JH. Cephalometric study of craniofacial development in rabbits with impaired masticatory function. *J Dent Res* 1969; 48:1268-1274.

Mc Namara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973; 64:578-606.

Mc Namara JA Jr. Functional adaptations in the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am* 1975; 19:457-471.

Mc Namara J, Brudon WL. Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Ann Arbor 2001: Needham press. Inc.

Mills JR. The long-term results of the proclination of lower incisors. *Br Dent J* 1966; 120:355-363.

Mills JR. The stability of the lower labial segment. A cephalometric survey. *Dent Pract Dent Rec* 1968; 18:293-306.

Nanda SK, Merow WW and Sassouni V. Repositioning of the masseter muscle and its effect on skeletal form and structure. *Angle Orthod* 1967; 37:304-308.

- Pancherz H. Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979; 76:423-442.
- Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod* 1980; 77:679-688.
- Pancherz H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of class II malocclusions. *Eur J Orthod* 1981; 3:49-60.
- Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1982a; 82:104-113.
- Pancherz H. Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Swed Dent J Suppl* 1982b; 15:189-96.
- Pancherz H. The Herbst appliance--its biologic effects and clinical use. *Am J Orthod* 1985; 87:1-20.
- Pancherz H. Die Herbst-Apparatur in der modernen Kieferorthopädie. *Inf Orthod Kieferorthop* 1989; 4:467-490.
- Pancherz H. The nature of Class II relapse after Herbst appliance treatment: a cephalometric long-term investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 100:220-233.
- Pancherz H. Früh- oder Spätbehandlung mit der Herbst-Apparatur-Stabilität oder Rezidiv. *Inf Orthod Kieferorthop* 1994; 26:437-445.
- Pancherz H and Anehus-Pancherz M. The effect of continuous bite jumping with the Herbst appliance on the masticatory system: a functional analysis of treated class II malocclusions. *Eur J Orthod* 1982; 4:37-44.
- Pancherz H and Anehus-Pancherz M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 103:510-520.
- Pancherz H and Fackel U. The skeletofacial growth pattern pre- and post-dentofacial orthopaedics. A long-term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1990; 12:209-218.
- Pancherz H and Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985; 88:273-287.
- Pancherz H and Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1986; 8:215-228.
- Pancherz H and Hansen K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. *Eur J Orthod* 1988; 10:149-164.
- Pancherz H and Littmann C. Somatische Reife und morphologische Veränderungen des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. *Inf Orthod Kieferorthop* 1988; 20:455-470.

Pancherz H and Littmann C. Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. *Inf Orthod Kieferorthop* 1989; 21:493-513.

Pancherz H and Szyska, M. Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der skelettalen und somatischen Reife. *Inf Orthod Kieferorthop* 2000; 32: 151-161.

Pancherz H, Ruf S and Kohlhas P. "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114:437-446.

Pancherz H and Stickel A. Lageveränderungen des Condylus mandibulae bei der Herbst-Behandlung. Eine kephalometrische Untersuchung. *Inf Orthod Kieferorthop* 1989; 21:515-527.

Perillo M, Beideman R, Shofer F, Jacobsson-Hunt U, Higgins-Barber K, Laster L and Ghafari JG. Effect of landmark identification on cephalometric measurements: guidelines for cephalometric analyses. *Clin Orthod Res* 2000; 3:29-36.

Petrovic AG, Stutzmann JJ and Oudet CL. Control processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: Mc Namara JA, ed. Determinants of mandibular form and growth. Monograph 4, Craniofacial Growth Series, Center of Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1975:101-153.

Rabie ABM, Chayanupatkul A, Hägg, U. Stepwise Advancement Using Fixed Functional Appliances: Experimental Perspective. *Semin Orthod* 2003; 9:41-46.

Ruf S and Pancherz H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110:225-229.

Ruf S and Pancherz H. The mechanism of Class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod* 1997; 67:271-276.

Ruf S and Pancherz H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114:475-483.

Ruf S and Pancherz H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 1999a; 69:239-246.

Ruf S and Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999b; 115:607-618.

Ruf, S and Pancherz, H. Does bite-jumping damage the TMJ? A prospective longitudinal clinical and MRI study of Herbst patients. *Angle Orthod* 2000; 70:183-199.

Ruf, S and Pancherz, H. When is the ideal Period for Herbst Therapy-Early or Late? *Seminars Orthod* 2003; 9:47-56.

Ruf S and Pancherz H. Orthognathic surgery and dentofacial orthopedics in adult Class II Division 1 treatment: mandibular sagittal split osteotomy versus Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126:140-152.

Ruf S and Pancherz H. Herbst/multibracket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. a prospective cephalometric study of consecutively treated subjects. *Eur J Orthod* 2006; 28:352-360.

Savage AW, Showfety KJ and Yancey J. Repeated measures analysis of geometrically constructed and directly determined cephalometric points. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 91:295-299.

Segner D and Hasund A. Individualisierte Kephalemetrie. Segner D, Hasund A editors, Nagykariza Ungarn 1991:7-12.

Weschler D and Pancherz H. Efficiency of three mandibular anchorage forms in Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Angle Orthod* 2005; 75:23-27.

Wieslander L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am J Orthod* 1984; 86:1-13.

12 Anhang 1 – Tabellen

In den Tabellen 17-34 sind die individuellen Werte der Messvariablen I_i/RL , I_i/RLP , IL/RL , I_i/APo , ANB und ML/NSL dargestellt.

Tabelle 17. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RL** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M 2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	-2	-2	-2	3	3	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	1,5	2	1,75
5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	1	1	1
6	0	0	0	-1	-1	-1	2,5	2	2,25
7	0	0	0	-2	-2	-2	0	0	0
8	0	0	0	-2	-2,5	-2,25	2	2	2
9	0	0	0	-1,5	-1,5	-1,5	0	0	0
10	0	0	0	1	1	1	3	3	3
11	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	1	1	1
12	0	0	0	-2	-2	-2	0	0	0
13	0	0	0	-2	-2	-2	2	2	2
14	0	0	0	0	-0,5	-0,25	-0,5	-0,5	-0,5
15	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1
16	0	0	0	-2	-2	-2	-3	-3	-3
17	0	0	0	-2	-1,5	-1,75	0	0	0
18	0	0	0	-1	-1	-1	2,5	2,5	2,5
19	0	0	0	-1	-1,5	-1,25	1,5	2	1,75
20	0	0	0	-2	-3	-2,5	-1	-1	-1
21	0	0	0	1	1	1	2	2	2
22	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,75
23	0	0	0	-3	-3	-3	-3	2,5	-0,25
24	0	0	0	-2	-2	-2	-1,5	-1,5	-1,5
25	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1
26	0	0	0	0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5
27	0	0	0	-1,5	-1,5	-1,5	0	0	0
28	0	0	0	-1	-0,5	-0,75	-0,5	-0,5	-0,5
29	0	0	0	-0,5	-1	-0,75	-1	-1	-1
30	0	0	0	0	0	0	1	1	1
31	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0,75
32	0	0	0	-1	-1,5	-1,25	-1,5	-1	-1,25
33	0	0	0	0	0	0	1,5	2	1,75
34	0	0	0	1	1	1	0	0	0
35	0	0	0	-4,5	-4,5	-4,5	-1	-1	-1
36	0	0	0	2	2	2	2	2,5	2,25
37	0	0	0	-4,5	-5	-4,75	-1,5	-1,5	-1,5
38	0	0	0	-5	-5	-5	-3	-2,5	-2,75
39	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-1	-1
40	0	0	0	-2	-2	-2	1	1	1
41	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2
42	0	0	0	-2	-2	-2	-3	-2	-2,5
43	0	0	0	-2	-1,5	-1,75	0	0	0
44	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
45	0	0	0	-1	-1	-1	-0,5	-1	-0,75
46	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1
47	0	0	0	-2	-2	-2	-4	-3,5	-3,75
48	0	0	0	-5	-5,5	-5,25	-3	-3	-3
49	0	0	0	-4	-4	-4	-3	-2,5	-2,75
	MW		0,00	MW		-1,36	MW		-0,01
	SD		0,00	SD		1,56	SD		1,67

Tabelle 18. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RLP** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M 2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5
3	0	0	0	2	2	2	2	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	0	0
5	0	0	0	2	1,5	1,75	1,75	2	1,5
6	0	0	0	2	2,5	2,25	2,25	-2	-2
7	0	0	0	1,5	1	1,25	1,25	-1	-1
8	0	0	0	1	1	1	1	-2,5	-2,5
9	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2
11	0	0	0	4	4,5	4,25	4,25	1	0,5
12	0	0	0	2	2	2	2	1	0,5
13	0	0	0	4	4	4	4	2	2
14	0	0	0	1,5	1	1,25	1,25	3	3
15	0	0	0	4	4	4	4	1,5	2
16	0	0	0	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5
17	0	0	0	2	2	2	2	0	0
18	0	0	0	3	3	3	3	0	0
19	0	0	0	4	4	4	4	1	1
20	0	0	0	4	4	4	4	3	3
21	0	0	0	2,5	3	2,75	2,75	-1,5	-1,5
22	0	0	0	2	2,5	2,25	2,25	1	1
23	0	0	0	3	3,5	3,25	3,25	2	2
24	0	0	0	2	3	2,5	2,5	1,5	2
25	0	0	0	2	2	2	2	1	1
26	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0
27	0	0	0	3	3	3	3	1	1
28	0	0	0	3	3,5	3,25	3,25	4	4
29	0	0	0	4	4	4	4	1	1,5
30	0	0	0	2	2,5	2,25	2,25	1	1,5
31	0	0	0	3	3	3	3	1	1
32	0	0	0	3	2,5	2,75	2,75	3	3
33	0	0	0	3	3,5	3,25	3,25	1	1
34	0	0	0	3	3,5	3,25	3,25	3	2,5
35	0	0	0	3	3	3	3	1	1,5
36	0	0	0	4	4,5	4,25	4,25	1	1
37	0	0	0	3	3	3	3	1	1
38	0	0	0	5,5	5,5	5,5	5,5	1	1
39	0	0	0	2,5	3	2,75	2,75	0	0
40	0	0	0	4	3,5	3,75	3,75	4	4
41	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
42	0	0	0	3	3,5	3,25	3,25	3,5	3,5
43	0	0	0	3,5	4	3,75	3,75	2	2
44	0	0	0	3,5	3	3,25	3,25	2	2
45	0	0	0	2	2	2	2	1	1
46	0	0	0	3,5	3,5	3,5	3,5	1	1
47	0	0	0	1,5	1	1,25	1,25	1	1
48	0	0	0	4	4	4	4	2	2
49	0	0	0	4,5	4,5	4,5	4,5	1	0,5
	MW		0,00	MW		2,73	MW		1,09
	SD		0,00	SD		1,18	SD		1,45

Tabelle 19. Individuelle Werte der Messvariable **IL/RL** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	115	115	115	116	116	116	116	116	116
2	115	115,5	115,25	114,5	114,5	114,5	113	113,5	113,25
3	128	130	129	135	135	135	128	128,5	128,25
4	114,5	115	114,75	113	113	113	115	115	115
5	119	119	119	122	121	121,5	122	122	122
6	126	126	126	129	130	129,5	120	120	120
7	114	115	114,5	119,5	119	119,25	121	122	121,5
8	119	118,5	118,75	127	127	127	114	114	114
9	115,5	116	115,75	121	121,5	121,25	114,5	115	114,75
10	127	127,5	127,25	128	128	128	127	127	127
11	111	111	111	129	129	129	118	118	118
12	128	128	128	134,5	135	134,75	131	131	131
13	119	119	119	129	130	129,5	124	124	124
14	113	112	112,5	117	118	117,5	120	121	120,5
15	112	111,5	111,75	123	123,5	123,25	124	123,5	123,75
16	120	120	120	133	132,5	132,75	132	132	132
17	119	118,5	118,75	124	124	124	123	122	122,5
18	125	125	125	130,5	130,5	130,5	124	124	124
19	124	124	124	132	131	131,5	124	124	124
20	125	125	125	133,5	134	133,75	129	129	129
21	119	118	118,5	121	120,5	120,75	115	116	115,5
22	120	121	120,5	129	130	129,5	123	122	122,5
23	126	127	126,5	131	130	130,5	132	131	131,5
24	124	124	124	130	131	130,5	133	134	133,5
25	119	120	119,5	123	124	123,5	122	121	121,5
26	120	120	120	125	124	124,5	125	125	125
27	114	114,5	114,25	119	118	118,5	117	117	117
28	111	110,5	110,75	124	124	124	127	126,5	126,75
29	126	126	126	125	125	125	123	122,5	122,75
30	121	121	121	129	130	129,5	125	126	125,5
31	117	118	117,5	130	130	130	123	123	123
32	117	116	116,5	126	126	126	127	127	127
33	117	119	118	121	120	120,5	119	118	118,5
34	114	113	113,5	118	118	118	128	128,5	128,25
35	114	114	114	127	127	127	128	128	128
36	119	119	119	129	129	129	116	116	116
37	115	115	115	126	126	126	119,5	120	119,75
38	125	125	125	139	139,5	139,25	132	132	132
39	119	118,5	118,75	126	126	126	120	120	120
40	113,5	114	113,75	126	127	126,5	123	124	123,5
41	113	113	113	108	109	108,5	112	112	112
42	122	122	122	130	131	130,5	131	131	131
43	119	119	119	126	126	126	124	124	124
44	121	120	120,5	126	125	125,5	126	125	125,5
45	119	120	119,5	125	126	125,5	122,5	123	122,75
46	122	123	122,5	128	128	128	127	127	127
47	120	121	120,5	124	123,5	123,75	127	126	126,5
48	118	118,5	118,25	139	139	139	127	128	127,5
49	129	128,5	128,75	135	135	135	125	125	125
	MW		119,31	MW		126,08	MW		123,25
	SD		4,92	SD		6,41	SD		5,42

Tabelle 20. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/APo** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervervorlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	5,5	5,5	5,5	5	5	5	4	4	4
2	-2,5	-3	-2,75	-1	-1	-1	-2	-2	-2
3	2	2	2	7	7	7	3	3	3
4	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5
5	2	2	2	5	5	5	4	4	4
6	3	3	3	6	6	6	3	3	3
7	2,5	2	2,25	4	4	4	2	2	2
8	2	2	2	6	5,5	5,75	2	2	2
9	0	0	0	3	3,5	3,25	1,5	1,5	1,5
10	7	7	7	9	9	9	7	7	7
11	0	0	0	5,5	6	5,75	1,5	1	1,25
12	5	5	5	10	10	10	7	7,5	7,25
13	0,5	0,5	0,5	4	4	4	2	2	2
14	0	0	0	2	3	2,5	4	4	4
15	-2	-1,5	-1,75	2	2	2	0	0	0
16	4	4	4	9	9	9	6	6,5	6,25
17	0	0,5	0,25	2	2	2	1	1	1
18	1	1	1	7	7	7	2	2	2
19	2	1,5	1,75	8	8	8	4	4,5	4,25
20	2	2	2	7	7	7	5,5	6	5,75
21	2	2,5	2,25	5,5	5	5,25	0	0	0
22	3	3,5	3,25	7	6	6,5	4	4	4
23	5	5	5	7	7	7	6	7	6,5
24	4	4	4	7	7	7	6	6	6
25	4	3,5	3,75	8	8	8	6	5,5	5,75
26	0,5	0,5	0,5	4	4	4	2	1,5	1,75
27	-2	-2	-2	2	2	2	1	1,5	1,25
28	-0,5	-1	-0,75	4	4	4	5	4,5	4,75
29	2	1,5	1,75	6	6	6	4,5	4,5	4,5
30	1	1	1	7	6,5	6,75	5	5	5
31	0,5	0,5	0,5	6	6	6	3,5	3,5	3,5
32	-1	-1,5	-1,25	5	4,5	4,75	3,5	3	3,25
33	1	0	0,5	5	6	5,5	2	1,5	1,75
34	-1	0,5	-0,25	4,5	4,5	4,5	5,5	6	5,75
35	1	1,5	1,25	7	7	7	4	4	4
36	2	2	2	7	7	7	3	2,5	2,75
37	-2	-2	-2	3,5	4	3,75	1,5	1,5	1,5
38	2	2	2	8	8	8	4	4	4
39	2	2	2	6	5,5	5,75	3	3	3
40	-1	-1	-1	4,5	5	4,75	3,5	3,5	3,5
41	-1	-1	-1	2	2	2	-0,5	-1	-0,75
42	-1	-1	-1	3	3	3	3	3	3
43	2,5	2	2,25	9	9	9	6	6	6
44	0	0	0	4	4	4	2	2,5	2,25
45	2,5	3	2,75	6	5,5	5,75	6	5,5	5,75
46	1	1	1	8	8	8	5	5	5
47	-3	-3	-3	3	3	3	0	0	0
48	-0,5	-1	-0,75	5	5	5	3	3	3
49	2	2	2	9	8,5	8,75	3	3	3
	MW		1,21	MW		5,39	MW		3,23
	SD		2,16	SD		2,36	SD		2,13

Tabelle 21. Individuelle Werte der Messvariable **ANB** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	3	3,5	3,25	4	4	4	5,5	5	5,25
2	3,5	3	3,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	7	7,5	7,25	6	6,5	6,25	6	6	6
4	3	2,5	2,75	2	2	2	2,5	2,5	2,5
5	4,5	4	4,25	3	3	3	2,5	2	2,25
6	7	7	7	7,5	7	7,25	6	6	6
7	1	1	1	0,5	0,5	0,5	-0,5	-2	-1,25
8	0,5	1	0,75	2,5	1,5	2	2,5	2	2,25
9	1	1	1	0	0	0	-2,5	-2,5	-2,5
10	7,5	7,5	7,5	6	5	5,5	3,5	2,5	3
11	3,5	3	3,25	0,5	0,5	0,5	2	2	2
12	0,5	0,5	0,5	7	7	7	7,5	10,5	9
13	6,5	7	6,75	8	7,5	7,75	6,5	6	6,25
14	5	6	5,5	4	4,5	4,25	4	4	4
15	2,5	3,5	3	2,5	2,5	2,5	12,5	13	12,75
16	3	3	3	3,5	2	2,75	2,5	1	1,75
17	2,5	2	2,25	6	6,5	6,25	2,5	3	2,75
18	7	7	7	4	4	4	6	6	6
19	8	7	7,5	5	5	5	5	5	5
20	7,5	7,5	7,5	6	6,5	6,25	6	6	6
21	5	6	5,5	4,5	5,5	5	7	7	7
22	5	4,5	4,75	6	6	6	5,5	5	5,25
23	7	7	7	6	7,5	6,75	6	6,5	6,25
24	5	4,5	4,75	3	3,5	3,25	4	3,5	3,75
25	5	6	5,5	3	3,5	3,25	4,5	4	4,25
26	6,5	5,5	6	4	4	4	5	5	5
27	5	4,5	4,75	3	3,5	3,25	1	1,5	1,25
28	3	3	3	2,5	1,5	2	3	3	3
29	10,5	10	10,25	8	8	8	7,5	8	7,75
30	8	8	8	3	3	3	3	3,5	3,25
31	6	6,5	6,25	4,5	4,5	4,5	4	3,5	3,75
32	3	3	3	1	0,5	0,75	1	1,5	1,25
33	7,5	6	6,75	6,5	7	6,75	6	6	6
34	4,5	4,5	4,5	1,5	1	1,25	0	0,5	0,25
35	3	3,5	3,25	2	1,5	1,75	2	2	2
36	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4,25	3,5	4	3,75
37	5	3,5	4,25	0	1	0,5	3,5	3,5	3,5
38	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,25	3	3	3
39	5	5	5	4	3,5	3,75	3	3,5	3,25
40	2	2	2	0,5	0,5	0,5	3	3	3
41	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
42	5,5	6	5,75	3	3	3	3	3,5	3,25
43	8,5	8	8,25	4,5	4	4,25	6,5	7	6,75
44	6	5,5	5,75	5	5	5	5	5	5
45	9	7,5	8,25	7	7	7	7,5	7	7,25
46	11,5	12	11,75	3	1,5	2,25	1,5	1,5	1,5
47	7	6,5	6,75	4	3,5	3,75	6	5,5	5,75
48	8	8	8	6	6	6	5	5	5
49	6	6	6	5	5	5	5	5,5	5,25
	MW		5,05	MW		3,77	MW		4,01
	SD		2,53	SD		2,24	SD		2,68

Tabelle 22. Individuelle Werte der Messvariable **MI/NSL** der **Probandengruppe I** (n= 49) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von ≤ 7 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

I	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	33	32	32,5	33,5	34	33,75	33	33	33
2	29	29	29	27	27	27	25	25	25
3	29	29,5	29,25	30	30	30	30,5	30,5	30,5
4	33	33	33	33	33	33	32,5	33	32,75
5	30,5	31	30,75	29,5	29,5	29,5	28	28	28
6	34	34	34	33	33	33	32	32	32
7	26	28,5	27,25	27	29	28	25	25	25
8	30	30,5	30,25	29	29	29	31	31	31
9	29	29	29	29,5	29,5	29,5	27,5	27,5	27,5
10	38	38	38	37	37,5	37,25	39	39	39
11	32	32	32	30	30	30	31,5	32	31,75
12	51	51	51	51	50,5	50,75	51	51	51
13	28	28	28	28,5	29	28,75	30	30	30
14	37	37	37	38	38,5	38,25	36	35,5	35,75
15	39	39	39	34	34	34	32	32	32
16	30	29,5	29,75	32	33	32,5	32,5	33	32,75
17	28,5	28,5	28,5	29,5	29	29,25	27	27,5	27,25
18	24,5	25	24,75	26	25	25,5	26	26	26
19	33	33	33	34	34	34	31	31	31
20	32	31	31,5	31,5	30	30,75	32	31	31,5
21	29	28,5	28,75	29	29	29	31	31	31
22	24	24	24	27	26	26,5	24	24	24
23	40	40	40	39	39	39	39	39	39
24	35	35	35	36,5	36	36,25	37	37	37
25	30	30	30	28	28	28	29	29,5	29,25
26	30	29	29,5	32	31,5	31,75	30	30	30
27	33	33	33	35	34,5	34,75	32	32,5	32,25
28	32	32	32	38,5	38	38,25	37,5	38	37,75
29	32	32,5	32,25	32	32,5	32,25	35,5	34	34,75
30	30	30	30	31	31	31	32	33	32,5
31	30	30	30	30	31	30,5	31	31	31
32	33,5	33,5	33,5	34,5	35	34,75	34	33,5	33,75
33	39	41	40	42	42,5	42,25	40	39,5	39,75
34	30,5	30	30,25	35	35,5	35,25	32,5	33	32,75
35	35	35	35	36	36	36	35	35	35
36	26,5	26	26,25	27,5	28	27,75	27	26,5	26,75
37	34,5	34	34,25	36,5	36	36,25	35	35	35
38	30,5	30,5	30,5	30,5	31	30,75	29,5	28	28,75
39	32	32	32	33	32,5	32,75	32,5	32	32,25
40	32	32	32	33	33	33	34	34,5	34,25
41	26	26	26	28	28	28	27,5	28	27,75
42	23	23	23	22	22	22	22	22	22
43	42	42	42	40,5	40,5	40,5	40,5	40	40,25
44	24	24	24	25	25	25	25	25	25
45	44	44	44	45	44,5	44,75	46	45	45,5
46	34	34,5	34,25	36,5	36	36,25	32	32	32
47	20	20	20	24	24,5	24,25	20	21	20,5
48	32	32	32	29	29	29	31	31	31
49	38	39,5	38,75	37	36,5	36,75	37	37,5	37,25
	MW		32,04	MW		32,58	MW		32,06
	SD		5,63	SD		5,42	SD		5,63

Tabelle 23. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RL** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	-4	-3,5	-3,75	0	0	0
2	0	0	0	-2	-2,5	-2,25	-1,5	-1	-1,25
3	0	0	0	-4	-2	-3	-2	-1,5	-1,75
4	0	0	0	-3	-3,5	-3,25	-1	-1	-1
5	0	0	0	-1	-1	-1	2	2	2
6	0	0	0	-2	-2,5	-2,25	-1,5	-1	-1,25
7	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-1,5	-1,75
8	0	0	0	-2	-1,5	-1,75	-3	-3	-3
9	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	2,5	3	2,75
10	0	0	0	-0,5	-1	-0,75	-1	-0,5	-0,75
11	0	0	0	-4	-4	-4	-7	-7	-7
12	0	0	0	-4	-3,5	-3,75	-5	-4,5	-4,75
13	0	0	0	-4	-4	-4	-3	-3	-3
14	0	0	0	-4	-4	-4	-3,5	-3,5	-3,5
15	0	0	0	-2	-2	-2	-1,5	-1	-1,25
16	0	0	0	-3,5	-4	-3,75	-4	-3,5	-3,75
17	0	0	0	-1	-1	-1	0,5	0,5	0,5
18	0	0	0	-3	-3	-3	-1	-1	-1
19	0	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
20	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0
21	0	0	0	-2,5	-3	-2,75	1	0,5	0,75
22	0	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-3
23	0	0	0	-3	-2	-2,5	0,5	1	0,75
24	0	0	0	-6	-6	-6	-3,5	-3	-3,25
25	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,75
26	0	0	0	-1,5	-1,5	-1,5	0,5	0,5	0,5
27	0	0	0	-2,5	-2,5	-2,5	-2	-2	-2
28	0	0	0	-2	-2	-2	-0,5	-1	-0,75
29	0	0	0	-3	-3	-3	-1	-1	-1
30	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2
31	0	0	0	-2,5	-3	-2,75	1	1	1
32	0	0	0	-2	-1,5	-1,75	0	0	0
33	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2
34	0	0	0	-2	-2	-2	1	0,5	0,75
35	0	0	0	-3	-3,5	-3,25	-4	-4	-4
36	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-1,5	-1,25
37	0	0	0	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1,5
38	0	0	0	-6	-6	-6	-5	-4,5	-4,75
39	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-0,5	-0,75
40	0	0	0	-3	-3	-3	-4	-4	-4
41	0	0	0	-1	-1,5	-1,25	0	0	0
42	0	0	0	-5	-5	-5	-3	-3	-3
43	0	0	0	-2	-2	-2	1	1	1
44	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-1	-1
	MW		0,00	MW		-2,60	MW		-1,43
	SD		0,00	SD		1,25	SD		1,97

Tabelle 24. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RLP** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	5	5	5	1	1	1
2	0	0	0	2	2	2	0	0	0
3	0	0	0	4	4	4	0	0	0
4	0	0	0	2	2	2	0,5	0,5	0,5
5	0	0	0	1,5	2	1,75	-2	-2	-2
6	0	0	0	4	4,5	4,25	1	1	1
7	0	0	0	3	3	3	0,5	0,5	0,5
8	0	0	0	3,5	4	3,75	5	5	5
9	0	0	0	2	1,5	1,75	1	1	1
10	0	0	0	6	6	6	2,5	2	2,25
11	0	0	0	3	3	3	1,5	1,5	1,5
12	0	0	0	4	4	4	2	2,5	2,25
13	0	0	0	3	3	3	1	1	1
14	0	0	0	6	6	6	4	4	4
15	0	0	0	1	1	1	0	0	0
16	0	0	0	7	6,5	6,75	1,5	2	1,75
17	0	0	0	3	2,5	2,75	1,5	2	1,75
18	0	0	0	6	5	5,5	4	4	4
19	0	0	0	3	3	3	1	1,5	1,25
20	0	0	0	4	4,5	4,25	-1	-1,5	-1,25
21	0	0	0	2	2	2	2	1,5	1,75
22	0	0	0	2,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5
23	0	0	0	5	5	5	2	2,5	2,25
24	0	0	0	2,5	3	2,75	1	1	1
25	0	0	0	4	3,5	3,75	3	3	3
26	0	0	0	1,5	2	1,75	1	1	1
27	0	0	0	4	4	4	2,5	2	2,25
28	0	0	0	5	5	5	2	2	2
29	0	0	0	2	2	2	-1	-1	-1
30	0	0	0	3,5	3,5	3,5	-1,5	-2	-1,75
31	0	0	0	2	2	2	-1	-1	-1
32	0	0	0	5,5	5	5,25	5	5	5
33	0	0	0	2	1,5	1,75	2,5	2,5	2,5
34	0	0	0	4	4	4	3	3	3
35	0	0	0	4	4	4	3	3	3
36	0	0	0	4	4,5	4,25	-1	-0,5	-0,75
37	0	0	0	3	2,5	2,75	0	0	0
38	0	0	0	2,5	2,5	2,5	1	1,5	1,25
39	0	0	0	4	4	4	1	1	1
40	0	0	0	5	5	5	4,5	4,5	4,5
41	0	0	0	3,5	3	3,25	1	1	1
42	0	0	0	5,5	6	5,75	1	1	1
43	0	0	0	3	2	2,5	0	0	0
44	0	0	0	2,5	2	2,25	1	1	1
	MW		0,00	MW		3,51	MW		1,34
	SD		0,00	SD		1,40	SD		1,66

Tabelle 25. Individuelle Werte der Messvariable **IL/RL** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	121	121	121	137	137	137	126	126	126
2	115	115	115	120	120,5	120,25	117	116,5	116,75
3	123	124	123,5	136	135	135,5	127	125,5	126,25
4	114	114	114	122	122	122	120,5	121	120,75
5	116	116	116	117	117,5	117,25	115	115	115
6	120	121	120,5	135	136	135,5	128	129	128,5
7	110	109,5	109,75	121	122	121,5	119	118	118,5
8	110	111	110,5	114	113	113,5	114	113	113,5
9	119	119	119	123	123	123	121	120	120,5
10	115	115	115	125	125	125	122	122	122
11	124	124	124	135	134,5	134,75	137	137	137
12	121	121	121	135	134	134,5	137	136	136,5
13	118	118,5	118,25	128	128	128	125	125	125
14	115,5	115	115,25	138	138	138	136	135	135,5
15	122	123	122,5	131	131	131	132	132	132
16	118	117,5	117,75	139	139	139	124	124,5	124,25
17	117	118	117,5	113,5	114	113,75	117	118	117,5
18	119	120	119,5	137	136	136,5	125	126	125,5
19	118	118	118	135	134,5	134,75	131	131	131
20	115	115	115	126	126	126	118,5	118	118,25
21	119	119,5	119,25	132	132,5	132,25	125,5	125	125,25
22	119	119	119	128	127	127,5	128	128	128
23	123,5	124	123,75	139	138	138,5	126,5	126	126,25
24	119	120	119,5	129	130	129,5	123	123,5	123,25
25	109	110	109,5	119	118,5	118,75	118,5	119	118,75
26	113	112	112,5	118	118	118	111	111,5	111,25
27	118	118	118	132	132	132	126	126	126
28	122	122,5	122,25	141	141	141	138	138	138
29	119	120	119,5	126	125	125,5	121	121	121
30	121	121	121	128	128	128	120	121	120,5
31	121	120,5	120,75	127	127	127	124	125	124,5
32	117,5	118	117,75	125	126	125,5	132	133	132,5
33	112	112	112	122	122	122	122	122	122
34	119	119	119	133	134	133,5	125	125	125
35	118	118,5	118,25	131	131	131	129	129,5	129,25
36	117	118	117,5	130	131	130,5	120	120	120
37	112	112	112	122	123	122,5	118	118	118
38	126	125,5	125,75	136	135	135,5	133	132,5	132,75
39	114	113	113,5	123	124	123,5	121	122	121,5
40	117	117	117	136	135	135,5	136	136	136
41	120	121	120,5	130	130	130	129	129	129
42	112	112	112	131	131	131	117	117	117
43	112	112	112	121	121	121	119	119	119
44	110	110	110	116	116	116	113	112,5	112,75
	MW		117,39	MW		128,23	MW		124,27
	SD		4,18	SD		7,31	SD		6,85

Tabelle 26. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/APo** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	6	6,5	6,25	2	2,5	2,25
2	-3	-3	-3	3	2,5	2,75	0,5	0	0,25
3	5	4,5	4,75	10	11	10,5	6,5	7	6,75
4	-2	-2	-2	4	4	4	0	0	0
5	1	1	1	5	5	5	1	1	1
6	1,5	1,5	1,5	7	7	7	4,5	4,5	4,5
7	0	-0,5	-0,25	4	3,5	3,75	1	1	1
8	-2	-2	-2	2,5	3	2,75	3	3	3
9	1,5	1	1,25	5	5	5	3	2,5	2,75
10	-0,5	-0,5	-0,5	6	6	6	3	3	3
11	1	1,5	1,25	6,5	6	6,25	4,5	5	4,75
12	-2	-2,5	-2,25	3,5	3	3,25	2	2	2
13	3	3,5	3,25	8	8	8	5	5	5
14	0	0	0	7	7	7	5	4	4,5
15	1,5	2	1,75	6	7	6,5	4	4	4
16	1,5	2	1,75	7	8	7,5	3	3,5	3,25
17	0	0	0	3	3,5	3,25	2	2	2
18	2	3	2,5	8	7	7,5	6	6	6
19	-1	-1	-1	3	3	3	1	1	1
20	-0,5	0	-0,25	6	6	6	2	1,5	1,75
21	2	2	2	5,5	6	5,75	5	4,5	4,75
22	-0,5	-1	-0,75	2,5	2	2,25	2	2	2
23	0	0,5	0,25	7	5	6	2,5	3	2,75
24	1	1	1	4,5	4,5	4,5	2	2	2
25	-0,5	0	-0,25	5	4,5	4,75	3	2,5	2,75
26	-1	-0,5	-0,75	1	1	1	0,5	0	0,25
27	0	0,5	0,25	6,5	6	6,25	5	4,5	4,75
28	1	1	1	10	10	10	5	5	5
29	2	2	2	5	5,5	5,25	3	3	3
30	2,5	2,5	2,5	8,5	8,5	8,5	1	1	1
31	2,5	2,5	2,5	6	6	6	4	4	4
32	-3	-3	-3	4	5	4,5	3	3	3
33	10	10	10	6	6	6	5	5	5
34	-0,5	0	-0,25	7,5	8	7,75	5	5	5
35	2,5	3	2,75	7	2,5	4,75	5	5	5
36	0	0	0	8	7,5	7,75	2,5	2,5	2,5
37	-3	-3	-3	2	2,5	2,25	-0,5	-1	-0,75
38	2	2	2	6	6	6	4	3,5	3,75
39	-2	-2,5	-2,25	3	3	3	0,5	0,5	0,5
40	3	3	3	9	9	9	8	9	8,5
41	3,5	4	3,75	9,5	9	9,25	8	7,5	7,75
42	-2	-2,5	-2,25	5	5,5	5,25	0	0	0
43	-0,5	-0,5	-0,5	5	5	5	3	3	3
44	-2	-2	-2	2	2	2	0	0	0
	MW		0,59	MW		5,55	MW		3,05
	SD		2,42	SD		2,23	SD		2,14

Tabelle 27. Individuelle Werte der Messvariable **ANB** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	3	4	3,5	3	3	3	3	2,5	2,75
2	2	2	2	1,5	2	1,75	1	1	1
3	6,5	7,5	7	5	6	5,5	5,5	5	5,25
4	-6	-6	-6	-2	-2	-2	2	2	2
5	7	7,5	7,25	5,5	6	5,75	4,6	3,5	4,05
6	9,5	10	9,75	8	8	8	6,5	8	7,25
7	3,5	3	3,25	2	2,5	2,25	3	3	3
8	5	4	4,5	6	5,5	5,75	5	5,5	5,25
9	6	6	6	4,5	5	4,75	4,5	5,5	5
10	7	7,5	7,25	6,5	7	6,75	4,5	4,5	4,5
11	4,5	4,5	4,5	2,5	2	2,25	2	1,5	1,75
12	3,5	2,5	3	1,5	1	1,25	2,5	2	2,25
13	5	5	5	3	2,5	2,75	4	4	4
14	-3,5	-4	-3,75	4,5	5	4,75	-4,5	-4	-4,25
15	8	8	8	5	5	5	4,5	5,5	5
16	4	2,5	3,25	4	4,5	4,25	4	5	4,5
17	2	2	2	1	1,5	1,25	2	2	2
18	7	7	7	7	7	7	7	7,5	7,25
19	5,5	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5
20	7	7,5	7,25	6	6,5	6,25	3	2	2,5
21	7,5	8	7,75	6,5	6,5	6,5	5	4,5	4,75
22	4,5	5	4,75	5	5	5	4	4	4
23	7	8	7,5	5	7	6	6	5,5	5,75
24	3	3	3	2,5	2	2,25	1	1,5	1,25
25	6,5	7	6,75	5,5	4,5	5	6	5	5,5
26	1	1	1	-0,5	-1	-0,75	1	1,5	1,25
27	5,5	6,5	6	2	2,5	2,25	4	4	4
28	8	8,5	8,25	6	6	6	6,5	6,5	6,5
29	3	3	3	1,5	3	2,25	1	0,5	0,75
30	6	5,5	5,75	4	4	4	7	7	7
31	3	3	3	1	1	1	-1	-1	-1
32	7	6	6,5	2	2	2	6,5	6	6,25
33	6,5	7	6,75	5	6	5,5	6	6	6
34	7	7	7	3	3	3	6	6	6
35	6	6,5	6,25	5,5	5,5	5,5	5,5	6	5,75
36	5	5	5	1,5	1	1,25	3	2	2,5
37	7	8,5	7,75	4	4	4	5	5	5
38	6	7	6,5	4,5	4,5	4,5	4	4,5	4,25
39	3	2	2,5	2	2	2	1	1	1
40	5	5,5	5,25	5	5,5	5,25	4,5	4	4,25
41	7	7,5	7,25	6	5,5	5,75	4,5	4	4,25
42	4,5	5	4,75	3	3,5	3,25	5	6	5,5
43	3	3	3	5	6	5,5	1	1	1
44	7	6,5	6,75	5	5	5	4	4	4
	MW		4,96	MW		3,94	MW		3,76
	SD		2,98	SD		2,16	SD		2,34

Tabelle 28. Individuelle Werte der Messvariable **ML/NSL** der **Probandengruppe II** (n= 44) mit einer Unterkieferverlagerung (Bite jumping) von 7,5 mm bis 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

II	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	28,5	29,5	29	30,5	30	30,25	32,5	32	32,25
2	48	48	48	50	50	50	49	49	49
3	29,5	30	29,75	30	30	30	32	33	32,5
4	24	6	15	23	23	23	24	24,5	24,25
5	39	39	39	41	40,5	40,75	42,5	43	42,75
6	41	40	40,5	41	42	41,5	40	40	40
7	36,5	37	36,75	39	38	38,5	39	38	38,5
8	40	40,5	40,25	44	44	44	40	40	40
9	31	31,5	31,25	32,5	32	32,25	31	31	31
10	28	27,5	27,75	30,5	29	29,75	29	29	29
11	23	23	23	22	23	22,5	21	21,5	21,25
12	28,5	28,5	28,5	28	28,5	28,25	28	28	28
13	37	36,5	36,75	36	35,5	35,75	38	38	38
14	34,5	35	34,75	37	37	37	35,5	36	35,75
15	36	36,5	36,25	38	37,5	37,75	36,5	36,5	36,5
16	39	38	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38	38,25
17	41	40,5	40,75	46	46	46	46	46,5	46,25
18	36	37	36,5	37	37	37	39	39	39
19	24	24	24	27	26,5	26,75	25	24	24,5
20	28	28	28	29	29	29	27	27	27
21	38,5	38	38,25	38	38	38	35	35	35
22	26	26,5	26,25	27	27	27	26	26	26
23	28,5	28	28,25	27	26	26,5	23	23,5	23,25
24	30	30	30	30,5	30	30,25	28	28	28
25	34	34,5	34,25	34	33,5	33,75	33	32,5	32,75
26	28	28	28	29	29	29	28	27,5	27,75
27	32,5	33	32,75	35	35	35	34	34	34
28	26,5	26	26,25	28	28	28	26,5	26	26,25
29	25	25	25	25,5	25,5	25,5	26	27	26,5
30	42,5	43	42,75	42	42	42	45	45	45
31	28,5	29,5	29	29	29	29	27	27	27
32	34	34,5	34,25	31,5	32	31,75	36	35	35,5
33	37	36,5	36,75	37,5	37	37,25	40	40	40
34	37,5	37,5	37,5	37	37	37	39	39	39
35	34	34,5	34,25	35	35	35	33,5	34	33,75
36	35	35	35	35	35	35	35	36	35,5
37	31	31	31	28	28	28	29,5	28,5	29
38	31	31	31	31	31	31	32	31,5	31,75
39	33	33	33	32	32	32	31,5	31	31,25
40	44,5	44	44,25	42	41	41,5	44	44,5	44,25
41	40	39	39,5	42	42,5	42,25	41	40	40,5
42	34	34	34	35	36	35,5	33,5	34	33,75
43	27,5	28	27,75	28,5	28,5	28,5	30	30	30
44	34	34,5	34,25	35	35	35	32	32	32
	MW		33,13	MW		33,91	MW		33,67
	SD		6,33	SD		6,26	SD		6,64

Tabelle 29. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RL** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervervorlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	-5	-4,5	-4,75	-4	-4	-4
2	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5
3	0	0	0	-4	-4	-4	-2,5	-3	-2,75
4	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0
5	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	-2	-2,5	-2,25
6	0	0	0	-2	-2,5	-2,25	-2	-2	-2
7	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-0,5	-0,75
8	0	0	0	-4	-3,5	-3,75	-5	-5	-5
9	0	0	0	0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5
10	0	0	0	-4	-4	-4	-3	-3	-3
11	0	0	0	-5	-4,5	-4,75	-3	-3	-3
12	0	0	0	-2,5	-3	-2,75	-0,5	-0,5	-0,5
13	0	0	0	-4	-4	-4	-3	-2,5	-2,75
14	0	0	0	-2	-2	-2	-0,5	-0,5	-0,5
15	0	0	0	-2	-2	-2	-3	-2,5	-2,75
16	0	0	0	-4	-4	-4	-2	-2	-2
17	0	0	0	-3	-3	-3	-0,5	0	-0,25
18	0	0	0	-3	-3	-3	1	1	1
19	0	0	0	-5	-5	-5	-2,5	-2,5	-2,5
20	0	0	0	-1	-0,5	-0,75	-2,5	-3	-2,75
21	0	0	0	-1	-1,5	-1,25	-3	-3	-3
22	0	0	0	-2	-2	-2	-1	-1,5	-1,25
23	0	0	0	-5	-5	-5	-2,5	-2,5	-2,5
24	0	0	0	-4	-3,5	-3,75	-4	-4	-4
25	0	0	0	-1	-1	-1	0,5	1	0,75
26	0	0	0	-1	-0,5	-0,75	0	0	0
27	0	0	0	-2	-1,5	-1,75	-3	-3	-3
28	0	0	0	2	2	2	2,5	2,5	2,5
29	0	0	0	-2	-2	-2	2	2	2
30	0	0	0	-7	-7	-7	-5	-5	-5
31	0	0	0	-5	-5	-5	-3	-3	-3
32	0	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5
33	0	0	0	-3	-3	-3	0	0	0
34	0	0	0	-5	-5	-5	-6	-5,5	-5,75
35	0	0	0	-5	-5	-5	-4	-4	-4
36	0	0	0	0,5	1	0,75	-1,5	-1,5	-1,5
37	0	0	0	1	1,5	1,25	4	4,5	4,25
38	0	0	0	-7	-7	-7	-6	-6	-6
39	0	0	0	-8	-7	-7,5	-7	-7,5	-7,25
40	0	0	0	-2	-2,5	-2,25	2,5	3	2,75
	MW		0,00	MW		-2,83	MW		-1,87
	SD		0,00	SD		2,26	SD		2,52

Tabelle 30. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/RLP** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervervorlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	0	0	0	3	2,5	2,75	2	2	2
2	0	0	0	1,5	1,5	1,5	-1,5	-2	-1,75
3	0	0	0	1	1	1	0	0	0
4	0	0	0	3	3	3	0	0	0
5	0	0	0	2	2	2	2,5	2,5	2,5
6	0	0	0	5	5	5	5	5	5
7	0	0	0	3	3	3	2	2	2
8	0	0	0	1,5	1,5	1,5	1	1	1
9	0	0	0	6	6	6	1	1	1
10	0	0	0	6	6	6	3	3	3
11	0	0	0	1,5	2	1,75	5	5	5
12	0	0	0	3	3	3	3,5	3	3,25
13	0	0	0	2	2	2	1	1	1
14	0	0	0	2,5	2	2,25	3	2,5	2,75
15	0	0	0	3	3	3	4	4	4
16	0	0	0	4	5	4,5	1	1	1
17	0	0	0	4	4	4	0	0	0
18	0	0	0	4,5	5	4,75	4	4	4
19	0	0	0	5	5	5	5	5	5
20	0	0	0	3,5	3,5	3,5	7,5	8	7,75
21	0	0	0	4	4	4	1	1	1
22	0	0	0	2	2	2	1,5	1,5	1,5
23	0	0	0	4,5	4,5	4,5	3	3	3
24	0	0	0	4	5	4,5	5	5	5
25	0	0	0	4,5	4,5	4,5	-4	-3,5	-3,75
26	0	0	0	2,5	2	2,25	-2	-1,5	-1,75
27	0	0	0	3	3,5	3,25	-1	-1	-1
28	0	0	0	4	4	4	4	4	4
29	0	0	0	3,5	4	3,75	1	1	1
30	0	0	0	6	6	6	4	4	4
31	0	0	0	6	6	6	3,5	4	3,75
32	0	0	0	6	6	6	3	3,5	3,25
33	0	0	0	2,5	3	2,75	3	3	3
34	0	0	0	7	8	7,5	5	5	5
35	0	0	0	5	5	5	1	1	1
36	0	0	0	4	4	4	3	3	3
37	0	0	0	5,5	6	5,75	4	4	4
38	0	0	0	6,5	7	6,75	4	4	4
39	0	0	0	6,5	6	6,25	6	6	6
40	0	0	0	5	5	5	2	2	2
	MW		0,00	MW		3,98	MW		2,41
	SD		0,00	SD		1,65	SD		2,33

Tabelle 31. Individuelle Werte der Messvariable **IL/RL** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	112	112	112	127	127	127	125	125,5	125,25
2	119	118,5	118,75	119	119	119	120	121	120,5
3	118	118	118	126	126	126	125	125,5	125,25
4	120	121	120,5	133	134	133,5	121	121	121
5	125	125	125	127	127	127	127,5	128	127,75
6	114	115	114,5	119	119	119	117	117,5	117,25
7	119	119	119	131	131	131	128	127,5	127,75
8	121	121,5	121,25	131	131	131	128	128	128
9	116,5	117	116,75	127	127	127	123,5	123	123,25
10	114	115	114,5	132	132	132	125	124	124,5
11	121	120,5	120,75	130	132	131	145	145	145
12	116	116	116	127	128	127,5	127	127	127
13	117	116	116,5	132	132	132	125	125	125
14	123	123	123	133	132,5	132,75	132	132	132
15	122	121	121,5	131	130	130,5	136	136	136
16	116	116	116	130	129	129,5	124	124	124
17	112	111	111,5	122	122	122	114	115	114,5
18	132	131	131,5	136	135,5	135,75	132	133	132,5
19	110	110	110	128	128	128	137	137	137
20	115	115	115	126	125,5	125,75	136	136	136
21	112	112	112	113,5	114	113,75	116	116	116
22	111	112	111,5	120	121	120,5	120,5	120	120,25
23	123,5	123	123,25	141	141	141	130	130	130
24	112	112	112	129	128	128,5	127	127	127
25	114	114	114	130	129	129,5	108	108	108
26	115	114,5	114,75	123,5	124	123,75	120	119,5	119,75
27	128	129	128,5	137	137	137	119	120	119,5
28	128	128	128	124,5	124,5	124,5	126	126	126
29	118	118	118	138	138	138	121	121	121
30	113	113	113	136	137	136,5	128	129	128,5
31	113	113	113	131	132	131,5	118	119	118,5
32	111	112	111,5	131,5	132	131,75	129	129	129
33	119	119	119	128	128	128	126	126	126
34	109	110	109,5	131	130,5	130,75	130	130	130
35	120	120	120	139	139	139	128,5	128	128,25
36	114	114,5	114,25	123	123	123	129	128,5	128,75
37	115,5	115	115,25	129	129	129	124,5	125	124,75
38	116	117	116,5	128	129	128,5	121	121	121
39	110	111	110,5	135	135	135	141	141	141
40	117	118	117,5	129	130	129,5	121	121	121
	MW		117,10	MW		129,16	MW		125,84
	SD		5,26	SD		5,74	SD		7,17

Tabelle 32. Individuelle Werte der Messvariable **Ii/APo** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	-1,5	-1,5	-1,5	5	5	5	1,5	1,5	1,5
2	2	2	2	6	6	6	3	3	3
3	-4	-4	-4	-2	-1,5	-1,75	-3	-3	-3
4	0	0	0	7	7	7	4	4	4
5	0	0	0	5	5	5	5,5	4,5	5
6	-4	-5	-4,5	1	1	1	0,5	1	0,75
7	-1	-1	-1	5	5	5	4	4	4
8	-2	-2	-2	2,5	3	2,75	0	0	0
9	0,5	0,5	0,5	6	6	6	3,5	3,5	3,5
10	-2	-2	-2	5	5	5	2	2	2
11	-3	-3	-3	2	2,5	2,25	4	4	4
12	-1	-1,5	-1,25	3	3	3	3,5	4	3,75
13	-1,5	-1	-1,25	5	4,5	4,75	2	2	2
14	2	2	2	7	6,5	6,75	7	7	7
15	0	0,5	0,25	5	5	5	5,5	6	5,75
16	0	0	0	6	7	6,5	2,5	2	2,25
17	1	1	1	6,5	6,5	6,5	1	1	1
18	2	2	2	9	9	9	8	7,5	7,75
19	-1	-1	-1	5	5	5	4	4	4
20	-2	-2	-2	4,5	5	4,75	6	6	6
21	-6	-6	-6	-1	-1	-1	-3	-3	-3
22	-2,5	-2	-2,25	4	4	4	1,5	1	1,25
23	0	0	0	7	7	7	4	4	4
24	-2,5	-2,5	-2,5	3	3	3	1,5	2	1,75
25	-1,5	-1	-1,25	7	7	7	-2	-2	-2
26	-1	-1	-1	3	2,5	2,75	-1	-0,5	-0,75
27	4	4	4	9	8,5	8,75	5	5	5
28	1,5	2	1,75	8	8	8	6,5	7	6,75
29	2	2	2	7	7	7	4	3,5	3,75
30	-4	-4	-4	-4	-4	-4	1	1	1
31	-2	-2	-2	4	4	4	1	1	1
32	-4	-4	-4	5	5,5	5,25	2	2,5	2,25
33	-3	-3	-3	2	1,5	1,75	-0,5	-0,5	-0,5
34	-4	-4	-4	5	5,5	5,25	2	2	2
35	-5	-5,5	-5,25	4	4	4	-2	-2	-2
36	-3,5	-3	-3,25	3	2,5	2,75	2	2	2
37	-2	-2,5	-2,25	5,5	5	5,25	3	3	3
38	-4	-3,5	-3,75	3	3	3	-1	-1	-1
39	9	8,5	8,75	4	4	4	4	4	4
40	-4	-4	-4	3	3	3	-0,5	0	-0,25
	MW		-1,19	MW		4,38	MW		2,31
	SD		2,80	SD		2,69	SD		2,67

Tabelle 33. Individuelle Werte der Messvariable **ANB** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	3,5	3,5	3,5	1	0,5	0,75	0,5	0	0,25
2	6,5	6	6,25	5,5	5	5,25	5	4,5	4,75
3	5	5	5	2	2	2	2,5	3	2,75
4	6,5	7	6,75	3,5	3	3,25	4	4	4
5	8	7,5	7,75	4	4,5	4,25	2,5	3	2,75
6	7	6	6,5	5	6	5,5	5	5	5
7	12	11	11,5	9	8,5	8,75	7	8,5	7,75
8	2	2	2	1	1	1	1,5	1,5	1,5
9	8	8	8	9,5	9,5	9,5	5	5	5
10	4,5	4	4,25	4,5	4	4,25	4,5	4	4,25
11	7	7,5	7,25	4	3,5	3,75	5	5	5
12	4	4	4	2,5	2	2,25	2,5	2	2,25
13	5	5	5	2	2	2	4	3,5	3,75
14	10	10	10	7	7	7	9	9	9
15	7	6,5	6,75	7	6	6,5	5	6,5	5,75
16	5	5,5	5,25	3,5	3	3,25	4	4	4
17	6	6	6	4	4	4	6	6	6
18	9,5	9	9,25	7	7	7	9	9,5	9,25
19	1	1	1	0,5	1	0,75	0,5	2	1,25
20	7	6,5	6,75	7	7	7	9	8	8,5
21	3	2,5	2,75	1	1,5	1,25	1	1	1
22	6	6	6	2	2,5	2,25	3	3	3
23	8,5	8	8,25	8	8	8	7,5	8	7,75
24	4	4,5	4,25	3,5	2,5	3	5,5	6	5,75
25	6,5	7	6,75	3	3	3	2	2	2
26	5	4	4,5	2	2,5	2,25	4,5	4,5	4,5
27	7	6	6,5	6	6	6	4	4,5	4,25
28	11	10,5	10,75	7	7,5	7,25	11	11	11
29	2	2	2	2,5	2	2,25	5,5	5,5	5,5
30	3,5	3,5	3,5	1,5	1	1,25	2	2	2
31	4	4	4	3,5	4	3,75	3,5	4	3,75
32	6	6	6	3,5	3,5	3,5	3	3	3
33	6	6	6	4	4	4	5	5	5
34	5,5	6	5,75	2,5	2	2,25	4	4,5	4,25
35	0,5	2	1,25	-2,5	-2	-2,25	0	0,5	0,25
36	11,5	12	11,75	7	6,5	6,75	8,5	9	8,75
37	13	12	12,5	8	8	8	10	10	10
38	3	3	3	2	2	2	2,5	2	2,25
39	5	4,5	4,75	4,5	4	4,25	5	5	5
40	7	8,5	7,75	7,5	7	7,25	6,5	6	6,25
	MW		6,02	MW		4,10	MW		4,70
	SD		2,80	SD		2,63	SD		2,69

Tabelle 34. Individuelle Werte der Messvariable **ML/NSL** der **Probandengruppe III** (n= 40) mit einer Unterkiefervorverlagerung (Bite jumping) von > 9,5 mm. Die Werte der Messserien (M) 1 und 2, sowie der Mittelwert der beiden Werte sind angegeben. Die Zeitpunkte T1 (vor der Herbst-Behandlung), T2 (nach der Herbst-Behandlung) und T3 (nach anschließender Multibracket (MB)-Apparatur-Behandlung) sind dargestellt.

III	T1			T2			T3		
	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2	M1	M2	(1+2):2
1	39	38,5	38,75	39	39	39	36	36	36
2	35	34	34,5	36	36	36	34	34	34
3	25	25	25	24	24	24	23,5	24	23,75
4	29	29	29	30,5	31	30,75	27,5	28	27,75
5	26	26,5	26,25	21	21	21	25	25	25
6	40	40	40	38	38	38	38	38	38
7	40	40	40	41	41	41	39	39	39
8	26	26	26	26,5	27	26,75	25	25	25
9	33,5	34	33,75	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33,25
10	27	28	27,5	25	25	25	25,5	26	25,75
11	22,5	22,5	22,5	23,5	24	23,75	23	21,5	22,25
12	37	37	37	36,5	36,5	36,5	36	36	36
13	31	31	31	28,5	29	28,75	33	32,5	32,75
14	33	33,5	33,25	33,5	34	33,75	34	34	34
15	29	29	29	32	31,5	31,75	32	32	32
16	40,5	41	40,75	42	40,5	41,25	42,5	42,5	42,5
17	39	39	39	39	39	39	35	35	35
18	43	43	43	49	49	49	50	50	50
19	33	33	33	34,5	34,5	34,5	32	32	32
20	34,5	35	34,75	39	39	39	38	38	38
21	22	23	22,5	21	21	21	21	21	21
22	25	25	25	25	25	25	27	27	27
23	27	27	27	29,5	29	29,25	29	29,5	29,25
24	41	42	41,5	39	40	39,5	39,5	40	39,75
25	28	28	28	29	29	29	29	29	29
26	41	41,5	41,25	38	37,5	37,75	31	30,5	30,75
27	36	36	36	35,5	35	35,25	35,5	35	35,25
28	41	41	41	44	44	44	43	43,5	43,25
29	42	41,5	41,75	41	41,5	41,25	45,5	45	45,25
30	28	29	28,5	27	27	27	27	27	27
31	27	27	27	28	27,5	27,75	26	26	26
32	31	30,5	30,75	31	31	31	30	30	30
33	17	17	17	15	15,5	15,25	14	14	14
34	33,5	33	33,25	34	32,5	33,25	33,5	34	33,75
35	12	12	12	11,5	12	11,75	12	12	12
36	29	29	29	31	31	31	27,5	28	27,75
37	39	39	39	37	37	37	37	37	37
38	22,5	23	22,75	27	27,5	27,25	27	27	27
39	28	28	28	29	29	29	29	29	29
40	32	31,5	31,75	33	33	33	27,5	28	27,75
	MW		31,68	MW		31,94	MW		31,34
	SD		7,30	SD		7,74	SD		7,73

13 Anhang 2 – Manuskript für Artikel

Accepted for Publication in the American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics (August 2007)

Mandibular incisor position changes in relation to the amount of bite jumping during Herbst/Multibracket appliance treatment

A radiographic-cephalometric study

Julia Martin,^a Hans Pancherz^b

Giessen, Germany

^aFormer resident, Department of Orthodontics, University of Giessen, Germany

^bProfessor and Chair Emeritus, Department of Orthodontics, University of Giessen, Germany

Corresponding address: Professor, Dr. Hans Pancherz, Department of Orthodontics, University of Giessen, Schlangenzahl 14, 35392 Giessen, Germany; e-mail: Hans.Pancherz@dentist.med.uni-giessen.de; phone: 0049-(0)641-9946130; fax: 0049-(0)641-9946129

Abstract

Introduction: The aim was to analyse the effect of the cast Herbst/Multibracket(MB) appliance on the position of the lower incisors in relation to the amount of mandibular advancement at the beginning of treatment. **Methods:** 133 treated Class II:1 malocclusions were screened. The subjects were divided into three bite jumping groups: I: 49 subjects with a bite jumping of <7mm, II: 44 subjects with a bite jumping of 7.5 to 9.5mm, III: 40 subjects with a bite jumping of >9.5mm. Only group I with a small (*S*) and group III with a large (*L*) bite jumping were considered. The average age of the subjects in the two bite jumping groups was: *S*: 13.6 ± 2.4 years of age and *L*: 14.7 ± 4.7 years of age. The average treatment time with the Herbst/MB appliance was 19 months. Lateral head films were evaluated at three occasions: before Herbst treatment, after Herbst treatment and after MB treatment. **Results:** (1) During the Herbst phase, the lower incisors were significantly intruded, protruded and proclined in both bite jumping groups. Larger tooth movements occurred in group *L* than in group *S*. (2) During the MB phase, comparable relapsing incisor tooth movements were seen in the two bite jumping groups. (3) A moderate correlation existed between bite jumping and the incisor position changes during the Herbst and the Herbst/MB treatment periods. (4) No association was found between the amount of bite jumping and the changes of the sagittal (ANB) and vertical (ML/NSL) jaw relations, age and the treatment growth period. **Conclusion:** During the Herbst treatment period, an association between bite jumping and movement of the lower incisors existed: the larger the bite jumping, the larger the intrusion, protrusion and proclination of teeth. During the following MB treatment period, relapsing incisor tooth movements occurred which were independent of the original amount of bite jumping.

Introduction

The Herbst appliance corrects a Class II malocclusion by both skeletal and dental changes.^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12}

The dental effects of the appliance on the maxilla (distalization of the molars) and the mandible (proclination of the incisors) are basically a result of anchorage loss.¹³ In order to control the mandibular incisor position during Herbst therapy, diverse anchorage forms have been developed over the years.^{13,14} Regardless of the number of teeth incorporated into the anchorage unit, the position of the incisor can hardly be controlled. The cause for the relatively poor performance of the more extended anchorage forms in comparison to the less extended forms is still unknown. However, the following factors may be of importance for a mandibular anchorage loss:

- the amount of mandibular advancement (bite jumping) at start of Herbst treatment
- the sagittal and vertical jaw relation
- the age and/or the treatment growth period

In the Orthodontic Department, at the University of Giessen, the so-called cast splint anchorage has been used since 1995 (Fig.1). In addition to this anchorage, brackets are bonded on the maxillary and mandibular front teeth and connected to the splints with sectional arch wires. To date this anchorage form has been insufficiently examined.

In modern orthodontics, after the Herbst treatment phase a multibracket treatment phase follows for final tooth alignment and settling of the occlusion. Therefore, today we speak of Herbst/Multibracket appliance treatment.

The aim of this study was to assess the effect of the cast splint Herbst / multibracket appliance on the position of the mandibular incisors considering the amount of bite jumping at start treatment. In the evaluation sagittal and vertical jaw relations, age and treatment growth period were taken into account as well.

Subjects

Analysed were 133 consecutively Angle Class II:1 malocclusions (67 males and 66 females) with a deep bite (overbite >4 mm) treated with a cast splint Herbst/Multibracket appliance.

With respect to the amount of bite jumping at start of Herbst treatment the subjects were divided into three groups:

- **I:** bite jumping ≤ 7 mm (Mean= 5,89mm, SD= 1,30) - n= 49; 25 males and 24 females
- **II:** bite jumping 7.5mm to 9.5mm (Mean= 8,51mm, SD= 0,54) - n= 44; 16 males and 28 females
- **III:** bite jumping >9.5 mm (Mean= 11,2mm, SD= 1,31) - n= 40; 25 males and 15 females)

In the final evaluation, only the bite jumping groups I and III were considered and named small (*S*) and large (*L*), respectively. The average age of the subjects in group *S* was 13.6 ± 2.4 years and in group *L* 14.7 ± 4.7 years.

The amount of bite jumping corresponded to the pretreatment overjet, as the mandible was advanced to an incisor edge to edge position at start of treatment.

Method

Analyses of lateral headfilms

Lateral headfilms in habitual occlusion were evaluated at three occasions:

- **T1:** before treatment
- **T2:** after the Herbst appliance treatment phase
- **T3:** after the MB appliance treatment phase

Three examination periods were considered:

- **T2-T1:** Herbst- treatment phase of an average of 7 months (6-13 months)
- **T3-T2:** MB treatment phase of an average of 12 months(6-15 Months)
- **T3-T1:** Total treatment period of an average of 19 months (18-30 months)

The lateral head films were taken with a standardized technique. The radiographic enlargement amounted to 7% and was not corrected for in the analysis.

From each subject, the three head films (T1, T2, and T3) were traced and superimposed at the same occasion. In order to reduce the method error, all head films were analyzed twice and the mean value of the two measurements was used for the final evaluation.

Lower incisor position changes were assessed in relation to a reference cross **RL/RLP** defined on the T1 head film (Fig. 2). **RL** is the line between the incisor edge of the most protruding mandibular incisor (**Ii**) and the distobuccal cusp of the first mandibular molar. **RLP** is the perpendicular line through the point Ii. The reference cross was transferred from the T1 tracing to the T2 and T3 tracings after superimposition of the head film on the mandibular stable structures.¹⁵ The position changes of the mandibular incisors were assessed using three variables (Fig. 2):

Ii/RL: vertical incisor position

Ii/RLP: sagittal incisor position

IL/RL: incisor angulation

The sagittal and vertical jaw relation was determined by the angles **ANB** and **ML/NSL**, respectively.

Assessment of the skeletal maturity/growth periods

Skeletal maturity was determined by the analysis of the hand-wrist bones (hand radiographs) according to the method of Hägg and Taranger.¹⁶ In case of missing hand radiographs the skeletal maturity was determined using the cervical vertebrae as seen in the lateral head films using to the method of Hassel and Farman.¹⁷

Based on the skeletal maturity stages, the subjects were placed in four growth periods, defined in relation to the pubertal peak of growth:^{18,19} Pre-Peak, Peak, Post-Peak and End of growth. The subjects in the *S* and *L* groups were about equally distributed in the different growth periods (Table I).

Statistical Method

The mean value (Mean) and the standard aberration (SD) at the three examinations (T1, T2, T3) were determined for all variables. Furthermore, the changes [D] during the examination periods (T2- T1, T3- T2, T3- T1) were calculated.

With the help of the Student- t test for dependent variables, the significance of changes during the various examination periods was determined. The difference between the two bite jumping groups was assessed using the Student- t test for independent variables.

The association between the amount of bite jumping and the changes of the variables was determined using the Spearman correlation test (r-value). A distinction was made between the following correlations: strong ($|r| > 0.80$), moderate ($|r| 0.40-0.80$) and weak ($|r| < 0.40$). If a weak, insignificant (n.s) correlation existed, it was denoted as no correlation.

The following significance levels were applied: $p < 0.001$ (***), $p < 0.01$ (**), $p < 0.05$ (*) while $p \geq 0.05$ was considered not significant (n.s.).

The statistical calculations were made using the computer program Microsoft Excel 2000 and SPSS 2000.

Method error evaluation

The size of the method error for linear measurements and angle was being performed at T3 using 10 randomly selected subjects. The following formular was used: Method

error (ME) = $\pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$ where d is the difference between two measurements of a

pair and n is the number of double measurements. A 2-week time interval between the separate measurements was used. The reason for using T3 for the ME calculation was that due to definition of the variables Ii/RL and Ii/RLP the measurements will be 0 at T1 (the reference cross intersection goes through the lower incisor edges). The method error did not exceed $\pm 0,16\text{mm}$ and $\pm 0,45^\circ$ for any of the variables investigated.

Results

As no gender differences existed, males and females were pooled. The cephalometric variables of the two bite jumping groups *S* and *L* at the different times of examination (T1, T2,T3) are presented in Table II. The comparison of the two bite jumping groups *S* and *L* is shown in Table III (times of examination) and in Table 4 (examination periods). The individual changes of the variables Ii/RL, Ii/RLP and IL/RL are illustrated in Figs. 3-5 and summarized in Table V. The correlations between the amount of bite jumping and the variable changes during the different examination periods are presented in Table VI.

Changes in incisor position

In the Herbst treatment phase (T2-T1) the mandibular incisors were intruded, protruded and proclined more in the *L* than in the *S* group (Table IV). Incisor intrusion of more than 3 mm was seen in 10% of the *S* subjects and in 43% of the *L* subjects. Incisor protrusion of more than 3 mm occurred in 25% of the *S* subjects and in 63% of the *L* subjects. Incisor proclination of more than 12° was also more frequent in *L* (43%) than in *S* (16%) subjects (Table V).

In the MB treatment phase (T3-T2) there was a rebound in incisor position changes. This was true for all three incisor variables. No group differences existed (Table IV).

In the total treatment period (Herbst + MB; T3-T1) there was a net intrusion, protrusion and proclination of the mandibular incisors which was larger in the *L* than in the *S* group (Table IV). Incisor intrusion of more than 3 mm was seen in 2% of the *S* subjects and in 25% of the *L* subjects. Incisor protrusion of more than 3 mm occurred in 6% of the *S* subjects and in 42% of the *L* subjects. Incisor proclination of more than 12° was also more frequent in *L* (28%) than in *S* (6%) subjects (Table V).

Changes in sagittal jaw relation

In the Herbst treatment phase (T2-T1) the ANB was reduced insignificantly more in the *L* than in the *S* group (Table IV).

In the MB treatment phase (T3-T2) a minor relapse in the ANB angle occurred which was insignificantly larger in the *L* group (Table IV).

In the total treatment period (Herbst + MB; T3-T1) there was a net reduction of the ANB angle which again was insignificantly larger in the *L* than in the *S* group (Table IV).

Changes in vertical jaw position

In the different examination periods the mandibular plane angle (ML/NSL) was only affected to a minor degree. This was the case for both the *S* and *L* groups (Table IV).

Correlations

Bite jumping/ position changes of the mandibular incisors (Table VI)

In the Herbst treatment phase (T2-T1) there was a moderate correlation ($r = 0.48-0.53$; $p < 0.001$) between bite jumping and the intrusion, protrusion and proclination of the mandibular incisors.

In the MB treatment phase (T3-T2) no correlation ($r = 0.03-0.25$; n.s.) existed between bite jumping and the extrusion, retrusion and the retroclination of the incisors.

In the total treatment period (Herbst + MB; T3-T1) there was a moderate correlation ($r = 0.40-0.42$; $p < 0.001$) between bite jumping and the intrusion, protrusion and proclination of the incisor teeth.

Bite jumping/ Jaw relation (Table VI)

In all three examination periods no correlation existed between bite jumping and the ANB-angle and the ML/NSL-angle changes.

Incisor position/age and growth period (Table VI)

No association was found between the position changes of the mandibular incisors and the age or the treatment growth period of the subjects.

Discussion

The investigated subjects must be considered to be very homogeneous: (1) They were all treated in the Orthodontic Department in Giessen; (2) All presented a Class II:1 malocclusion; (3) All were treated with the same appliance combination: a cast splint Herbst appliance followed by a MB appliance; (4) The treatment time was comparable in the subjects.

Cephalometrics is always accompanied with errors.^{20,21,22} In order to reduce the method error and to reduce the inter-observe variance all head films were analysed by one and the same person (J. M.).^{23,24,25,26}

During the Herbst-Phase (T2-T1) an intrusion (Ii/RL), protrusion (Ii/RLP) and proclination (IL/RL) of the lower incisors occurred. As mentioned before, these dental change were a result of anchorage loss. The telescope mechanism of the Herbst appliance exerts a mesial- and caudal- directed force on the mandibular anterior teeth.^{1,2,5,6,13,14,27,28} Due to this, an intrusion of the incisors occurs. However, part of the intrusion may result from a proclination of the teeth.

During the MB treatment phase (T3-T2) part of the tooth movements rebounded. An extrusion (Ii/RL), retrusion (Ii/RLP) and retroclination (IL/RL) of the lower incisors resulted. This was to be expected, as it is known that teeth moved by orthodontic measures have a tendency to relapse.^{5,29,30,31,32} However, it must be mentioned that part of the recovering tooth movements during the MB treatment phase were intended in order to ideally position the teeth.

As the subjects investigated displayed different growth periods, it may be assumed that the lower incisors would protrude and procline more in individuals treated after the pubertal peak of growth (Post-Peak) than before the peak (Pre-Peak).²⁸ However, no association between the treatment growth period and the positional changes of the lower incisors was found.

If one considers the relation between the amount of bite jumping and the positional changes of the lower incisors it was found that a larger bite jumping was accompanied with a larger intrusion, protrusion and proclination of the anterior teeth. These results were in accordance with those of Pancherz² and Pancherz and Hansen¹³. Furthermore, in the study by Pancherz², a correlation between the amount of the bite jumping and the treatment effects on the occlusion and on mandibular growth was established.

Experimentally, the effects of different amounts of bite jumping on the anterior tooth position were examined by Rabie et al.³³ in rats. The researchers came to the conclusion that a stepwise mandibular advancement led to minor dental and greater skeletal effects than a one-step mandibular advancement, and it was assumed that a mandibular advancement performed in several steps reduces the forces acting upon the lower incisors. The experimental findings of Rabie et al.³³ were, however in contrast to the results from two clinical studies.^{34,35} Both studies showed that the effects on the anterior teeth (proclination) were comparable when advancing the mandible with one large step or with several small steps.

Björk and Skieller²⁹ found in a longitudinal long-term study with implants that in subjects with an anterior rotation of the mandible, a compensatory proclination of the lower anterior teeth occurred and that bone appositioning at the lower chin and bone resorption at the lower margin of the mandible in the gonion area took place.³⁶ These compensatory remodeling processes mask the actual rotational direction of the mandible and, without implants, it is difficult to record the true positional changes of the lower incisors. As the mandibular plane angle (ML/NSL) of the present subjects displayed normal values, it may be assumed that primarily a horizontal growth pattern existed. Thus, due to the prevailing anterior rotation of the mandible, the growth-related proclination of the lower incisors will be added to the treatment-related

proclination of the teeth, but by the usage of the ML as a reference line, this will not be recorded accurately.

In earlier studies, using electromyography (EMG) it was able to verify an increase in the activity of the temporal and masseter muscles as a result of Herbst treatment.^{37,38,39} Moreover, in animal experiments it was shown that the activity of the chewing muscles has an impact on skeletal morphology^{40,41,42} and on mandibular growth.^{43,44,45} Thus, it is possible that the amount of bite jumping influences the activity of the muscles, in such a way that in cases with a larger mandibular advancement, the muscle pressure on the lower anterior teeth will be greater than in cases with smaller mandibular advancement, resulting in larger tooth movements in the former.

Conclusion

An association between the amount of mandibular advancement (bite jumping) and the movement of the lower incisors during the Herbst-treatment phase was found: the larger the bite jumping, the larger the intrusion, protrusion and proclination of the teeth. The sagittal and vertical jaw relation, the age and the growth period seemed to play no role for the incisor position changes.

During the MB treatment phase, which followed after the Herbst treatment phase, recovering tooth movements occurred. The extent of these movements was independent of the amount of bite jumping.

References

- 1 Pancherz H. Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979; 76:423-442.
- 2 Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1982a; 82:104-113.
- 3 Pancherz H. Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Swed Dent J Suppl* 1982b; 15:189-96.
- 4 Wieslander L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am J Orthod* 1984; 86:1-13.
- 5 Pancherz H and Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1986; 8:215-228.
- 6 Pancherz H and Anehus-Pancherz M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 103:510-520.
- 7 Pancherz H, Ruf S and Kohlhas P. "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114:437-446.
- 8 Ruf S and Pancherz H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110:225-229.
- 9 Ruf S and Pancherz H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114:475-483.
- 10 Ruf S and Pancherz H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 1999a; 69:239-246.
- 11 Ruf S and Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999b; 115:607-618.
- 12 Ruf S and Pancherz H. Herbst/multibracket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. a prospective cephalometric study of consecutively treated subjects. *Eur J Orthod* 2006; 28:352-360.
- 13 Pancherz H and Hansen K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. *Eur J Orthod* 1988; 10:149-164.
- 14 Weschler D and Pancherz H. Efficiency of three mandibular anchorage forms in Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Angle Orthod* 2005; 75:23-27.
- 15 Björk A and Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 1983; 5:1-46.

- 16 Hägg U and Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38:187-200.
- 17 Hassel B and Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107:58-66.
- 18 Hägg U and Pancherz H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with Class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988; 10:169-176.
- 19 Pancherz H and Szyska, M. Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der skelettalen und somatischen Reife. *Inf Orthod Kieferorthop* 2000; 32: 151-161.
- 20 Baumrind S and Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971a; 60:111-127.
- 21 Baumrind S and Frantz RC. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod* 1971b; 60:505-517.
- 22 Freisfeld M. Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. *Fortschr Kieferorthop* 1973; 34: 296-306
- 23 Hixon EH. The normconcept and cephalometrics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1956; 42:898-906.
- 24 Broadway ES, Healy MJ and Poyton HG. The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographics. *Dent Pract Dent Rec* 1966; 12:455-460.
- 25 Hägg U, Cooke MS, Chan TC, Tng TT and Lau PY. The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. *Aust Orthod J* 1998; 15:177-185.
- 26 Perillo M, Beideman R, Shofer F, Jacobsson-Hunt U, Higgins-Barber K, Laster L and Ghafari JG. Effect of landmark identification on cephalometric measurements: guidelines for cephalometric analyses. *Clin Orthod Res* 2000; 3:29-36.
- 27 Pancherz H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of class II malocclusions. *Eur J Orthod* 1981; 3:49-60.
- 28 Pancherz H and Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985; 88:273-287.
- 29 Björk A and Skieller V. Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod* 1972; 62:339-383.
- 30 Litowitz R. A study of movements of certain teeth during and following orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1948; 18:113-132.

- 31 Mills JR. The long-term results of the proclination of lower incisors. *Br Dent J* 1966; 120:355-363.
- 32 Mills JR (1968). The stability of the lower labial segment. A cephalometric survey. *Dent Pract Dent Rec* 1968; 18:293-306.
- 33 Auf der Maur HJ. Electromyographic recordings of the lateral pterygoid muscle in activator treatment of Class II, division 1 malocclusion cases. *Eur J Orthod* 1980; 2:161-171.
- 34 Rabie ABM, Chayanupatkul A, Hägg U. Stepwise Advancement Using Fixed Functional Appliances: Experimental Perspective. *Semin Orthod* 2003; 9:41-46.
- 35 Du X, Hägg U, and Rabie ABM. Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. *Eur J Orthod* 2002; 24:167-174.
- 36 Banks P, Wright J, and O'Brien K. Incremental versus maximum bite advancement during twin-block therapy: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004; 126:583-588.
- 37 Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res* 1963; 42:400-411.
- 38 Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod* 1980; 77:679-688.
- 39 Pancherz H. The Herbst appliance--its biologic effects and clinical use. *Am J Orthod* 1985; 87:1-20.
- 40 Du X and Hägg U. Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. *Angle Orthod* 2003; 73:525-531.
- 41 Nanda SK, Merow WW and Sassouni V. Repositioning of the masseter muscle and its effect on skeletal form and structure. *Angle Orthod* 1967; 37:304-308.
- 42 Mc Fee CE and Kronman JH. Cephalometric study of craniofacial development in rabbits with impaired masticatory function. *J Dent Res* 1969; 48:1268-1274.
- 43 Gardner DE, Luschei ES, and Joondeph DR. Alterations in the facial skeleton of the guinea pig following a lesion of the trigeminal motor nucleus. *Am J Orthod* 1980; 78:66-80.
- 44 Petrovic AG, Stutzmann JJ and Oudet CL. Control processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: Mc Namara JA, ed. *Determinants of mandibular form and growth. Monograph 4, Craniofacial Growth Series, Center of Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor*, 1975:101-153.
- 45 Mc Namara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973; 64:578-606.

Conclusion

46 Mc Namara JA Jr. Functional adaptations in the temporomandibular joint. Dent Clin North Am 1975; 19:457-471.

A**B****C**

Fig. 1. The cast splint Herbst appliance. **A**, Lateral view with the mandible jumped to an incisor edge to edge position. **B**, Maxillary occlusal view. **C**, Mandibular occlusal view.

— T1

--- T2 oder T3

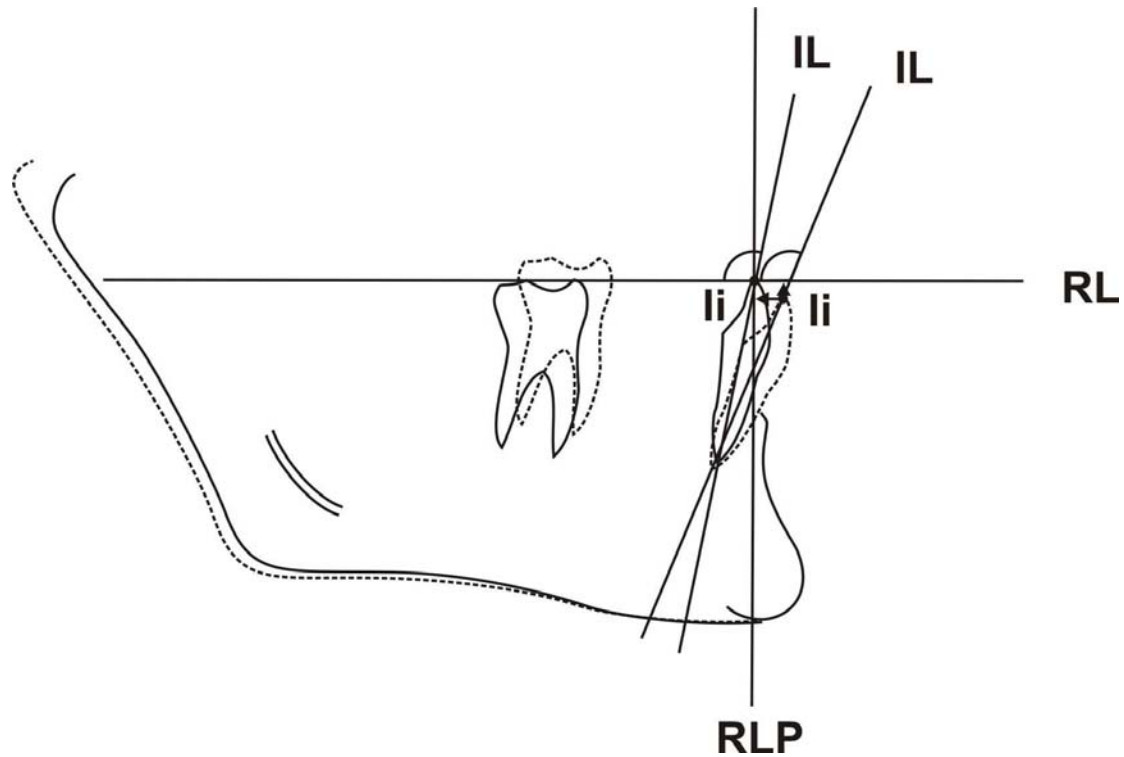


Fig. 2. Position of the lower incisors: li/RL, li/RLP (mm) and IL/RL (degrees).
T1: before treatment; T2: after Herbst treatment phase; T3: after MB treatment phase.

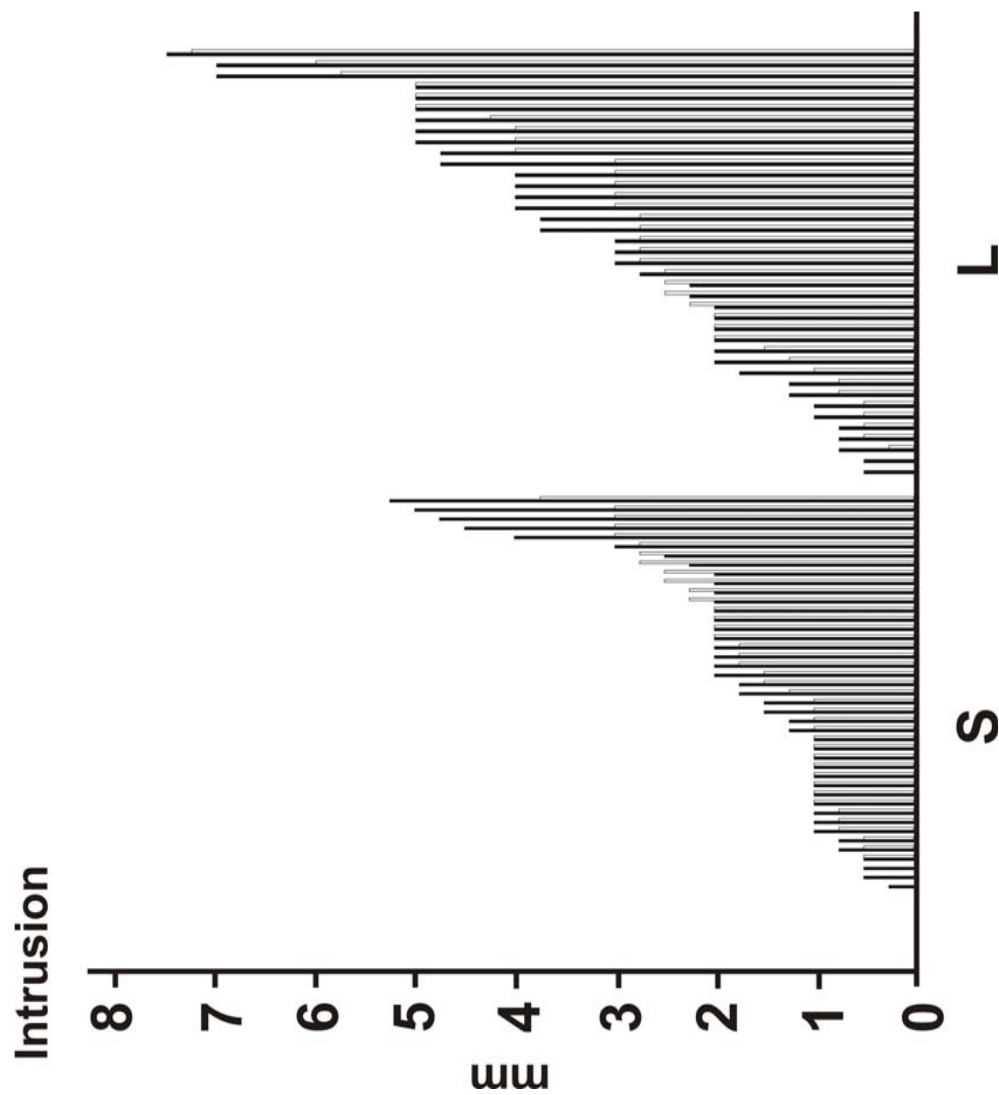


Fig. 3. Individual changes of the vertical incisor position (**Ii/RL**) in the bite jumping groups **S** ($n = 49$) and **L** ($n = 40$). The Herbst treatment phase (**T2-T1**) is shown in black bars and the total treatment period (**T3-T1**) in white bars. The subjects are arranged in ascending order with respect to changes in the **T2-T1** period.

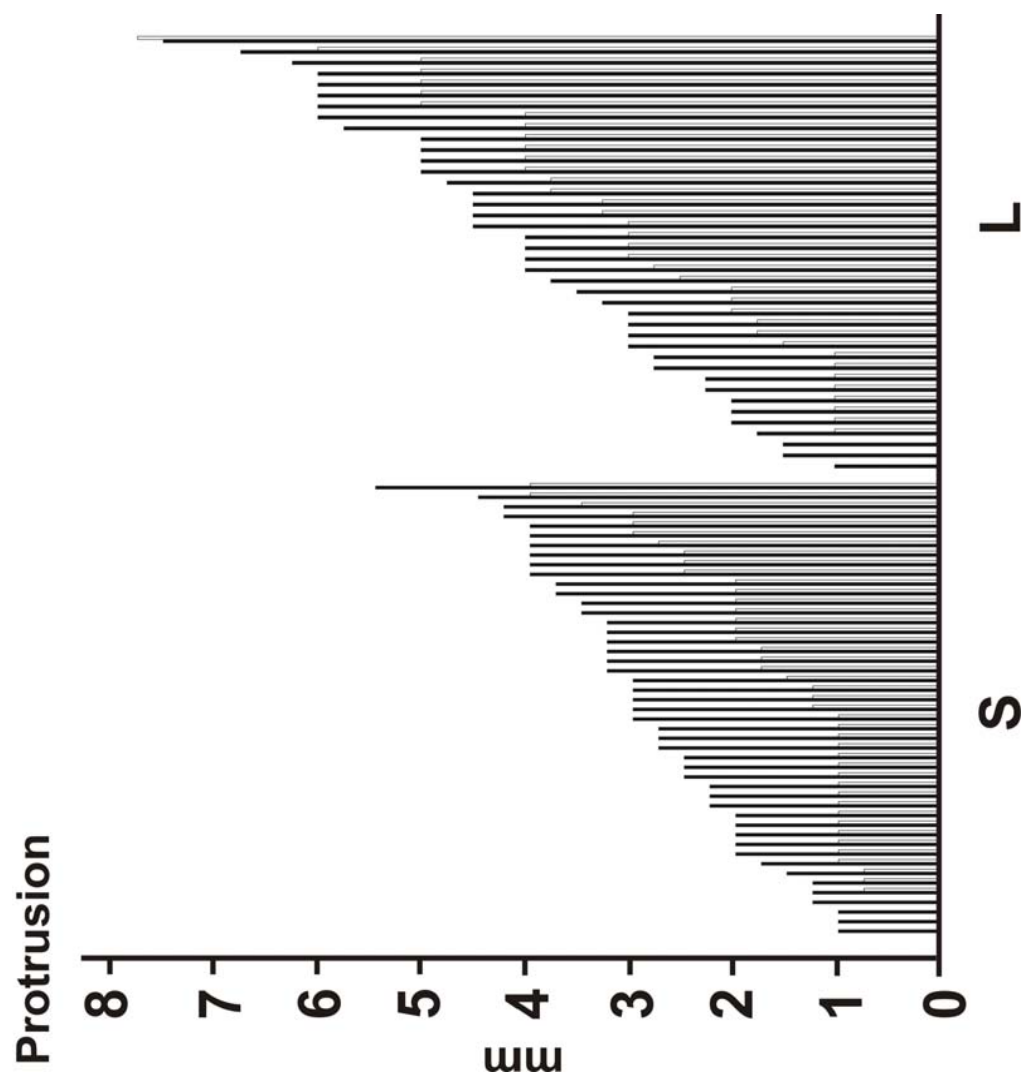


Fig. 4. Individual changes of the sagittal incisor position (**Ii/RLP**) in the bite jumping groups *S* (*n* = 49) and *L* (*n* = 40). The Herbst treatment phase (T2-T1) is shown in black bars and the total treatment period (T3-T1) in white bars. The subjects are arranged in ascending order with respect to changes in the T2-T1 period.

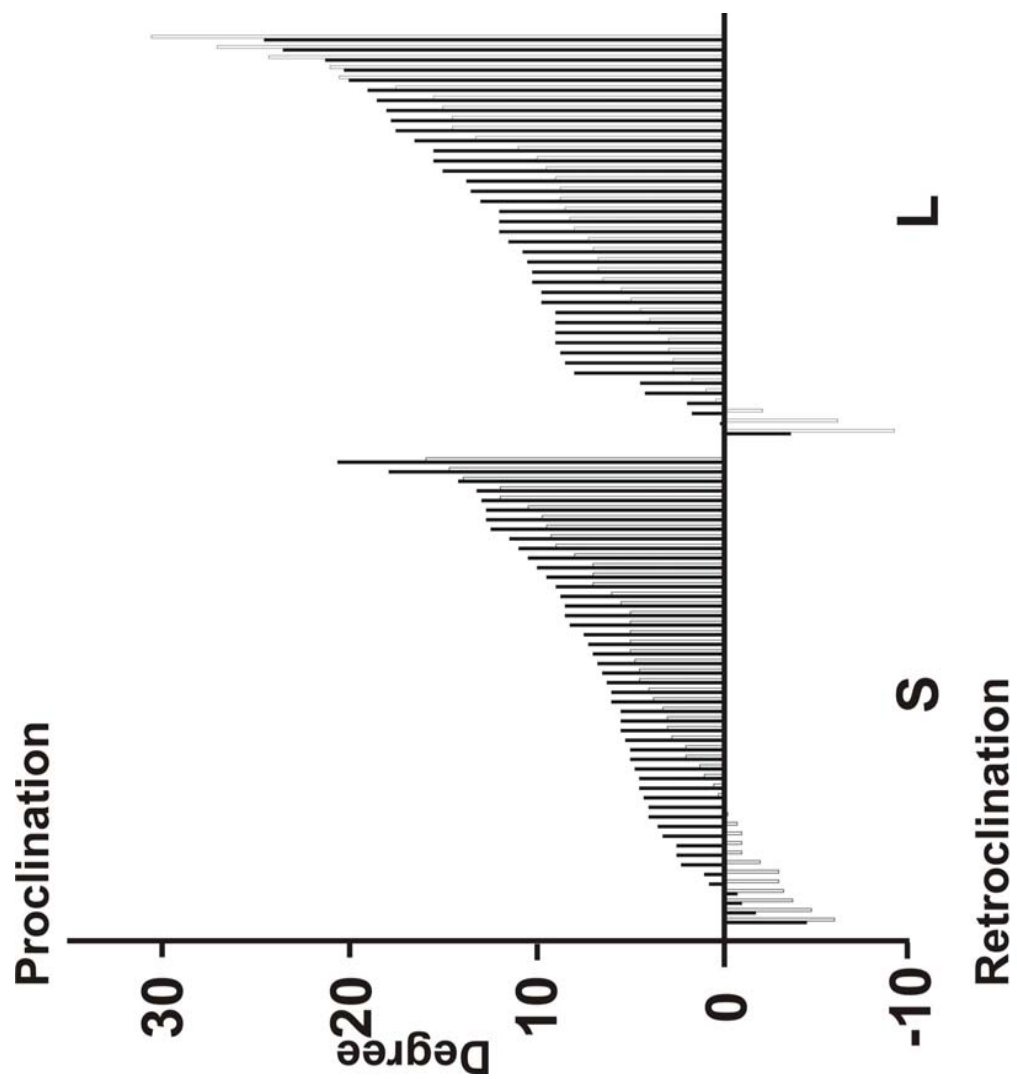


Fig. 5. Individual changes of the incisor angulation (IL/RL) in the bite jumping groups S (n = 49) and L (n = 40). The Herbst treatment phase (T2-T1) is shown in black bars and the total treatment period (T3-T1) in white bars. The subjects are arranged in ascending order with respect to changes in the T2-T1 period.

Table I. Distribution of the Herbst/MB subjects in the bite jumping groups *S* and *L* with respect to the treatment growth period.

Growth period	S (n = 49)		L (n = 40)	
	n	%	n	%
Pre-Peak	14	29	10	25
Peak	20	41	17	43
Post-Peak	7	14	4	10
End of growth	8	16	9	22

Table II. Cephalometric records (Mean, SD) of the **bite jumping groups S (n = 49)** and **L (n = 40)** at T1 (Before treatment), T2 (After Herbst appliance treatment) and T3 (After MB appliance treatment).

Variable	Group	T1		T2		T3	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ii/RL [mm]	S	0.00	0.00	-1.36	1.56	-0.01	1.67
	L	0.00	0.00	-2.83	2.26	-1.87	2.52
ii/RLP [mm]	S	0.00	0.00	2.73	1.18	1.09	1.45
	L	0.00	0.00	3.98	1.65	2.41	2.33
IL/RL [°]	S	119.31	4.92	126.08	6.41	123.25	5.42
	L	117.10	5.26	129.16	5.74	125.84	7.17
ANB [°]	S	5.05	2.53	3.77	2.24	4.01	2.68
	L	6.02	2.80	4.10	2.63	4.70	2.69
ML/NSL [°]	S	32.04	5.63	32.58	5.42	32.06	5.63
	L	31.68	7.30	31.94	7.74	31.34	7.73

Table III. Comparison of the **bite jumping groups S (n = 49)** and **L (n = 40)** with respect to the cephalometric records at T1 (Before treatment), T2 (After Herbst appliance treatment) and T3 (After MB appliance treatment).

Variable	T1			T2			T3		
	Mean (D)	t	Sign.	Mean (D)	t	Sign.	Mean (D)	t	Sign.
Ii/RL [mm]	-	-	-	1.47	3.62	***	1.86	4.16	***
Ii/RLP[mm]	-	-	-	-1.25	-4.16	***	-1.32	-3.27	**
Ii/RL [°]	2.21	2.04	*	-3.08	-2.36	*	-2.59	-1.94	n.s.
ANB [°]	-0.97	1.71	n.s.	-0.33	-0.64	n.s.	-0.69	-1.21	n.s.
ML/NSL [°]	0.36	0.23	n.s.	0.64	0.46	n.s.	0.72	0.44	n.s.

* implies significance at 0,05 least
** implies significance at 0,01 least
*** implies significance at 0,001 least
n.s. implies no significance

Table IV. Comparison of the **bite jumping groups S (n= 49)** and **L (n= 40)** with the respect to changes of the cephalometric records during T2-T1 (Herbst treatment phase), T3-T2 (MB treatment phase) and T3-T1 (Total treatment period).

Variable	Group	T2-T1				T3-T2				T3-T1			
		Mean (D)	SD	t	Sign.	Mean (D)	SD	t	Sign.	Mean (D)	SD	t	Sign.
Ii/RL [mm]	S	-1.36	1.56	3.63	***	1.35	1.50	1.14	n.s	-0.01	1.67	4.17	***
	L	-2.83	2.26			0.96	1.72			-1.87	2.52		
Ii/RLP [mm]	S	2.73	1.18	-4.15	***	-1.64	1.45	-0.19	n.s	1.09	1.45	-3.27	**
	L	3.98	1.65			-1.57	2.26			2.41	2.33		
IL/RL[°]	S	6.77	4.94	-4.44	***	-2.83	4.83	0.37	n.s	3.94	5.23	-3.34	**
	L	12.06	6.31			-3.31	7.44			8.74	8.27		
ANB [°]	S	-1.28	2.23	1.55	n.s	0.23	1.99	-0.94	n.s	-1.04	2.87	0.54	n.s
	L	-1.92	1.51			0.60	1.57			-1.32	1.69		
ML/NSL [°]	S	0.54	1.96	0.63	n.s	-0.52	1.67	0.18	n.s	0.02	2.05	0.68	n.s
	L	0.26	2.18			-0.59	2.21			-0.33	2.81		

** implies significance at 0,01 least

*** implies significance at 0,001 least

n.s. implies no significance

Table V. Distribution of the patients in the two bite jumping groups *S* (*n* = 49) and *L* (*n* = 40) with respect to the intrusion (**Ii/RL**), protrusion (**Ii/RLP**) and proclination (**IL/RL**) of the lower incisors.
T2-T1 = Herbst treatment phase, T3-T1 = Total treatment period

Variable	T2-T1						T3-T1					
	S			L			S			L		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ii/RL	< 1 mm	12	25	6	14	15	31	10	25			
	1-3 mm	32	65	17	43	33	67	20	50			
	> 3 mm	5	10	17	43	1	2	10	25			
Ii/RLP	< 1 mm	2	0	0	0	9	18	3	8			
	1-3 mm	27	15	15	37	37	76	20	50			
	> 3 mm	20	25	25	63	3	6	17	42			
IL/RL	< 5 °	17	35	6	14	28	57	13	32			
	5-12 °	24	49	17	43	18	37	16	40			
	> 12 °	8	16	17	43	3	6	11	28			

Table VI. Association (r-values) between the amount of bite jumping and the changes of the different variables in **all subjects investigated (n = 89)**.
T2-T1 (Herbst treatment phase), T3-T2 (MB treatment phase)and T3-T1 (Total treatment period)

Overjet	T2-T1		T3-T2		T3-T1	
	r	Sign.	r	Sign.	r	Sign.
li/RL [mm]	0.48	***	0.03	n.s	0.42	***
li/RLp [mm]	0.56	***	0.03	n.s	0.42	***
IL/RL [°]	0.53	***	0.25	*	0.40	***
ANB [°]	0.11	n.s	0.10	n.s	-0.11	n.s
ML/NSL [°]	0.08	n.s	-0.14	n.s	0.12	n.s

*** implies significance at 0,001 least

n.s. implies no significance

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE ANGABEN

Name, Vornamen:	Martin, Julia
Geburtsdatum:	14.05.1980
Geburtsort:	Lich/Hessen
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand:	ledig

SCHULBILDUNG

August 1986	Einschulung in die Martin-Luther-Grundschule Betzdorf
August 1990	Aufnahme in das Freiherr-vom-Stein-Gymnasium Betzdorf
September 1991	Wechsel in das Städtische Gymnasium am Giersberg Siegen (heute Peter-Paul-Rubens-Gymnasium)
03. Juni 2000	Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

STUDIUM UND AUSBILDUNG

Oktober 2000	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-Universität in Giessen
19.02.-09.03.2001	Freiwilliges Praktikum in der Klinik und Poliklinik für Mund, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen
05.04.2002	naturwissenschaftliche Vorprüfung
01.10.2003	zahnärztliche Vorprüfung
Februar 2004	Beginn der zahnmedizinischen Doktorarbeit in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität in Giessen
Februar 2005	Freiwilliges Praktikum in der Abteilung für Oralchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen
04.07.2006	zahnärztliche Prüfung abgeschlossen
11.07.2006	Erteilung der Approbation als Zahnärztin

STUDIENBEGLEITENDE TÄTIGKEITEN

2001 - 2006	Mitglied der Fachschaft Zahnmedizin
2003 - 2006	Kliniksprecherin der Fachschaft Zahnmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen

SONSTIGES

1997 bis dato	Mitarbeit neben der Schule und dem Studium in der Zahnarztpraxis Dr. H. Martin mit Praxislabor
01.08.2006-31.04.2006	Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr. H. Martin, Betzdorf
01.05.2007 bis dato	Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr. E. Kuck, Bad Orb
2000-2002	Mitarbeit auf Messen in Frankfurt als Messehostess
2002-2004	Mitarbeiterin im Servicebereich von Karstadt in Gießen

WEITERE QUALIFIKATIONEN

1997 :	Deutsches Reitabzeichen in Bronze
Interessen:	Reiten, Kunst, Musik

Danksagung

Ich bedanke mich bei Prof. Dr. H. Pancherz für die Überlassung des Themas, sowie die außerordentliche Betreuung.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Boedecker und Herrn Pabst aus der Arbeitsgruppe für medizinische Statistik, für die statistische Beratung und Kontrolle der statistischen Auswertung.

Meinem Freund Christoph möchte ich für die Geduld und Unterstützung in computertechnischen Fragen danken. Ohne ihn wären die computerbearbeiteten Zeichnungen niemals entstanden.

Weiterhin danke ich meinen Eltern, ohne die ich nie das geworden wäre, was ich heute bin. Ihr habt mich immer unterstützt und standet mir immer mit Rat und Tat zur Seite. Danke für das Überlassen des selbstgebauten Lichtkastens, lieber Papa.

Ein großer Dank gilt auch meiner Schwester Katharina und meiner Oma Alwine, die mir in so mancher Zeit mit aufbauenden Worten zur Seite standen und mir immer wieder ins Gedächtnis gerufen haben „Gib niemals auf!“.

Helga Malik gilt mein Dank für das schnelle und gute Korrekturlesen.

Dr. Weschler und Dr. Birkenkamp danke ich für das nahebringen der Kieferorthopädie.

Danke möchte ich auch den Angestellten der Poliklinik für Kieferorthopädie sagen, die mich freundlich in der Abteilung aufgenommen haben und sehr hilfsbereit waren.

édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5340-0

